técnica

356 associação dos estudantes do instituto superior técnico
março 1966 revista de engenharia

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão — Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 328201/2/3

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

SEDE

Rua de Alexandre Herculano, 244 — PORTO

TELEFONES: 2 76 76 / 77 / 78 / 79 — Est. 90

DELEGAÇÃO

Rua Rosa Araújo, 35 — LISBOA

TEL.: 73 11 81/82/83/84/85/86 - 73 33 33 - 48 49 1

●

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO
E DA CACHOFARRA

●

A UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA distribui, pela mais extensa rede de alta tensão em Portugal (cerca de 2 500 km), energia eléctrica em 70 concelhos, nos distritos de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU, LEIRIA, SETÚBAL e ÉVORA.

VARÕES DE AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO TIPO A. 40
(«Heliaço» e «SNT 40»)

TENSÕES DE SEGURANÇA

Ra = 2400 kg/cm²
e
Ra = 4000 kg/cm² (SISMOS)

Literatura e Tabelas de Cálculo fornecidas gratuitamente

HELIAÇO, LDA.

R. DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. — LISBOA

Tel.: 36 78 17 - 32 37 06 - 36 94 77

técnica

*NÚMERO 356 * MARÇO DE 1966 * ANO XLI * VOLUME XXVIII * PUBLICAÇÃO MENSAL*

Director
Assis Farinha Martins

Administrador
J. M. Costa Monteiro

Secretário
V. M. Martins Pinto

Redactores
Amadeu M. R. Marrecas
Amílcar S. Martins
João C. V. F. Antas
Mário P. M. Garcia

Editor e Proprietário
Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

Redacção e Administração
Avenida Rovisco Pais
Telefone 77 54 49
Lisboa 1

★

Assinaturas

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar, Brasil e Espanha	—	65$00	120$00
Estrangeiro	—	70$00	130$00

Número avulso — 15$00

★

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Composto e impresso na Tipografia Jorge Fernandes, Lda. — Rua da Cruz dos Poiais, 103 — Lisboa

SUMÁRIO

313 *VASCO COSTA* — **Considerações acerca do ensino de engenharia**
On the teaching of engineering

325 *MOURA ESTEVES* — **Contribuição para a prospecção de estruturas geológicas verticais por sondagens geoeléctricas**
Geo-electric sounding in the exploration of vertical geologic features

343 *ARTUR RAVARA* — **Dimensionamento de fundações de máquinas**
Design of machine foundations

*

324 e 342 — Notas Informativas
Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional. Quinzena de Cerâmica, Vidro e Refractários

365 Do Mundo Técnico
Novo tipo de arranha-céus: John-Hancock Center, em Chicago, U. S. A. — O mais potente laser de gás carbónico

369 Biblioteca

CAPA Aspecto da Exposição Industrial Integrada na III Semana de Engenharia Civil

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXX
Aguiar e Melo XXXI
Araldite XXXVIII
Automática Eléctrica XVIII
Auto-Lusitânia . . . . . 2.ª da capa
Asea Eléctrica Ld.ª XXVI

B

B. P. XIV

C

CIDEX IV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XXXII
Construções Técnicas XXV

D

Dial XX
Du Pont IX

E

Electro-Arco, Ltd.ª IV
Empresa de Cimentos de Leiria . . XXVIII
Empresa Electro Cerâmica XXIX
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XVI
ESSO VI

F

Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Fundações Franki, Lda. I

G

George Fischer III
Guedes & Almeida, Lda. XXXVI

H

Harker Sumner & C.ª, Ltd. XXXV
Heliaço . . . . . 2.ª da capa
Hotel dos Navegadores XXVII

Pág.

I

Iberex XXVI
Instron XXXVII
Impermeábilis XX

J

Jayme da Costa, Lda XV
Johann Keller XVIII

L

LISNAVE XXVII

M

MAGUE XIII
Mobil Oil Portuguesa . . . . . 4.ª da capa
Monteiro Gomes, Lda. XXXIV

N

Novobra, Lda. . . . . 2.ª da capa

Q

Quimicor, S.A.R.L. XIX

R

Romar XII

S

Sociedade Portuguesa Cavan . . . VIII
Sondagens e Fundações A. Cavaco . IV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXIX
Sopecate XXXVIII
Standard Eléctrica VII
S. T. E. T. XXI

T

Technogommerz GmbH XXXIII

U

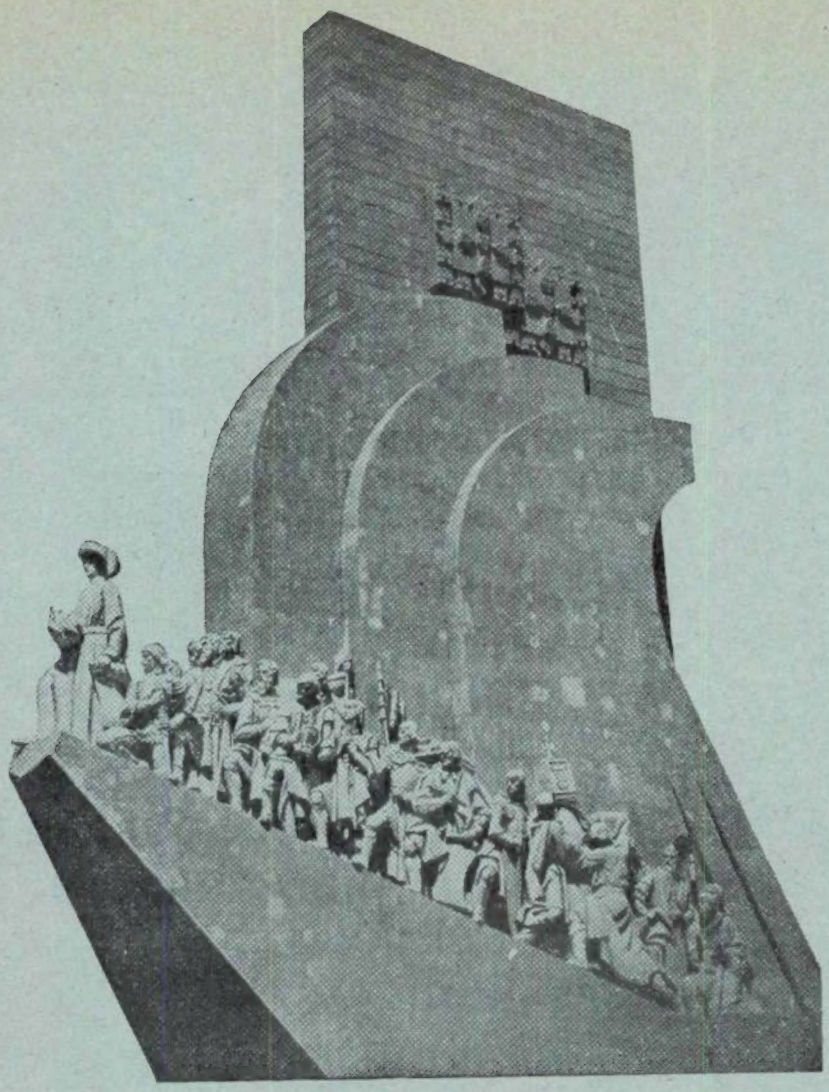
União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.º da capa

V

Vasco Pessoa, Lda. XX

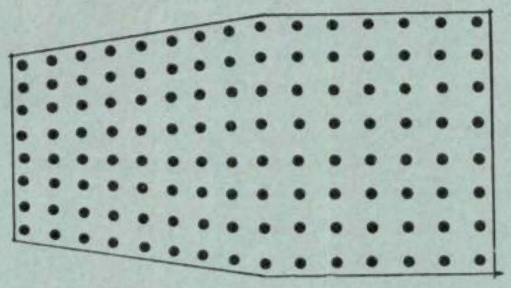
W

Wild Portugal, Lda. XVII



O PADRÃO DAS DESCOBERTAS
(Praça do Império
LISBOA)

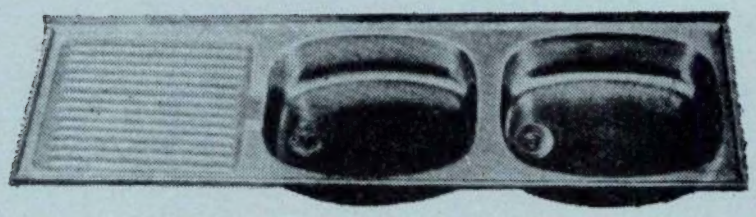
ASSENTE SOBRE 120 ESTACAS FRANKI **DE 120 TONELADAS COM UM COMPRIMENTO MÉDIO DE 18 METROS POR ESTACA.**



FUNDAÇÕES FRANKI, L.DA

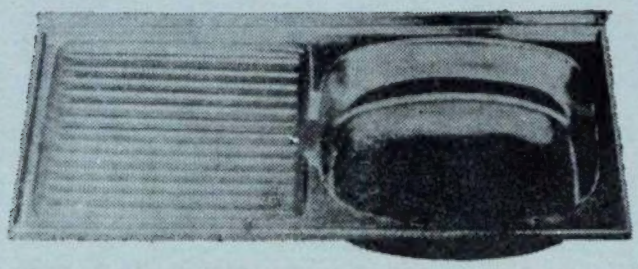
Rua Braamcamp n.° 13-3.° — Lisboa — Telef. P.P.C. 73 4112 — End. Teleg. FRANKI

LAVA-LOUÇAS EM AÇO INOXIDAVEL



Modernize os lares de Portugal, usando nas suas cozinhas Lava-Louças em AÇO INOXIDÁVEL. Concepção e execução da

FABRICA PORTUGAL



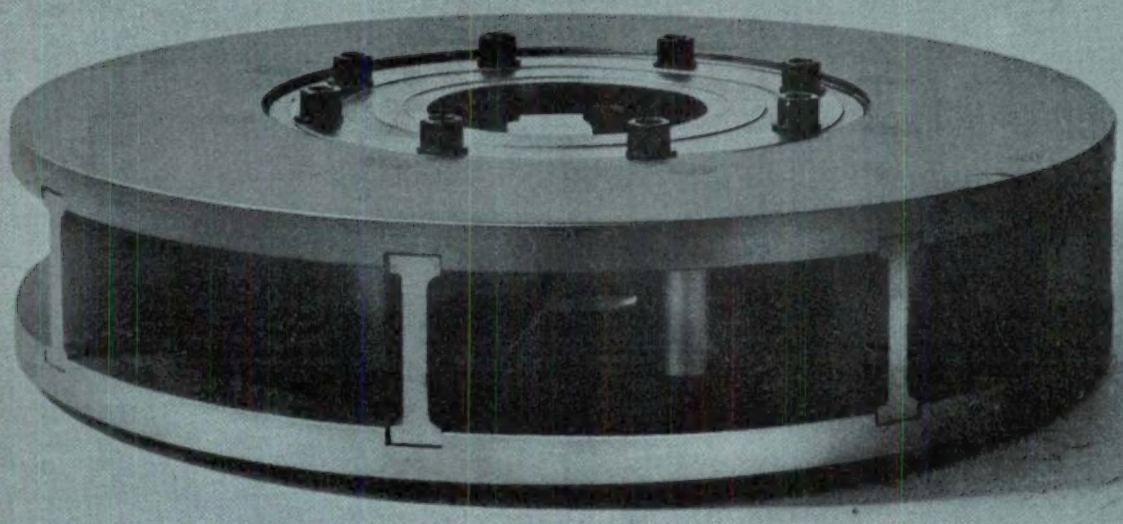
elegantes e higiénicos · duração ilimitada · revestidos de isolante especial · fornecidos com sifão de segurança · não partem a louça

- 11 MODELOS STANDARD · OUTROS MODELOS FORA DE SÉRIE
- MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES
- IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE E NOS SEUS SALÕES DE EXPOSIÇÃO E VENDA

PRAÇA DOS RESTAURADORES · RUA FEBO MONIZ

ISTO É TUDO ?



Super turbina da máquina +GF+ a tambor WHEELABRATOR (patentes depositadas)

Mas não! Mas isto é o orgão essencial que condiciona o rendimento inegualavel até agora das máquinas a tambor +GF+. A quantidade de grenalha projectada por esta super turbina é superior aquilo que tem sido possivel obter neste dominio (até 1000 kgs. segundo o modelo).

O jacto abrasivo, estritamente delimitado, é dirigido com precisão e a sua densidade é uniforme. As velocidades de projecção são muito elevadas (até 85 m/s).

A isto se juntará

– Uma separação activada dos corpos estranhos (graças aos depuradores de abrasivo mais amplamente dimensionados).

– A possibilidade de modificar rapidamente e simplesmente a velocidade do tapete para obter uma cadencia de trabalho optima.

– A certeza de dispor da máquina mais adequada a cada tratamento.

Com efeito a nova gama não comporta menos de 10 máquinas de capacidade e tipos diferentes.

Tôdas estas máquinas se colocam sobre o solo, sem fundações, reduzindo os encargos de instalações e falicitam a vigilância e conservação. Poderemos nós vos documentar duma maneira mais detalhada?

Pedi nossos catalogos ou a visita dos nossos especialistas.

+GF+ **Georges Fischer Sociedade Anónima, Schaffhouse (Suiça)**

GM 1299/5 Endereço postal: 8201 Schaffhouse Telefone: 053 5 60 31 e 053 5 70 31 Telegrammas: Geofischer Telescriptôr: 5 62 22 geofischer schf

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:
- Petróleos
- Indústrias químicas
- Construções navais
- Centrais eléctricas
- Alimentação de caldeiras
- Etc., etc.

Sob as condições de funcionamento seguintes:
- Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
- Pressões: altas e baixas
- Temperaturas: −180° C + 500° C
- Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.°/Telef. 73 53 07/LISBOA 1

Pesquisas e captações de água

Sondagens

Rebaixamento de níveis aquíferos

Injecções e consolidações de terrenos

Fundações

Estacas de betão

SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.

R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R/C ESQ. — LISBOA - 1
- TELEF. 73 35 45 - 5 95 62 - 55 38 73

ELECTRO-ARCO, L.DA

ELÉCTRODOS ✦ POSTOS ✦ ACESSÓRIOS
PARA A SOLDADURA ELÉCTRICA

*

ESCOLAS DE SOLDADURA

—

MATERIAL APROVADO PELOS
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS
GERMANISCHER LLOYD

—

LISBOA
Rua Silva Carvalho, 239
Tels. 68 36 49 - 68 48 93

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
Venda Nova — Amadora
Tels. 97 06 13 - 97 17 33

PORTO
Rua do Bolhão, 216
Tel. 2 12 77 - 39 44 73

"Vejamos o que a ASEA pode fazer"

A versatilidade e o poder de invenção têm sido consideradas as características mais marcantes da ASEA no tocante a questões de electricidade. Por todo o mundo, poderá ouvir discussões que terminam com esta decisão: "Vejamos o que a ASEA pode fazer!" As realizações da ASEA na técnica da energia — produção, transmissão e distribuição de energia eléctrica — são de renome mundial. Pôr a electricidade em uso constitui igualmente uma das esferas de actividade da companhia e, aqui também, a pesquisa e desenvolvimento da ASEA têm-se revelado duma importância decisiva na criação de novos produtos e comodidades, promovendo melhorias técnicas nos accionamentos industriais, automação, fornos eléctricos, tracção e transportes. Com facilidades de produção em 7 países e representação em 71 países, a ASEA forma um grupo de companhias inteiramente internacional em todo o sentido do termo. O Sr. achará fácil e útil contactar com a organização ASEA para "ver o que a ASEA pode fazer".

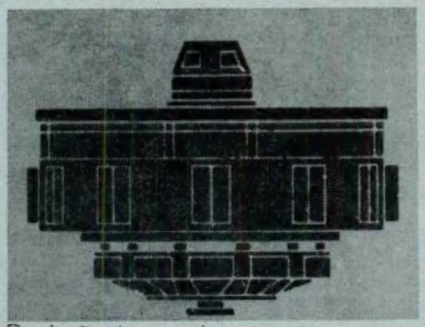
uma força criadora no domínio da electricidade

ASEA

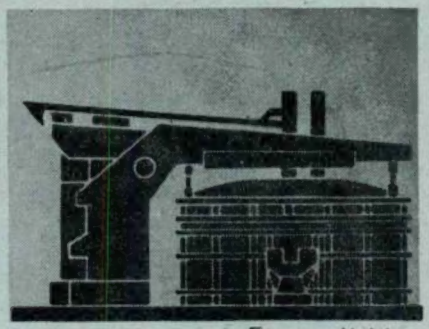
ELÉCTRICA, LDA.

SEDE EM LISBOA: R. DE ARTILHARIA UM, 104, 4.º D.
FILIAL NO PORTO: RUA DO CAMPO ALEGRE, 144

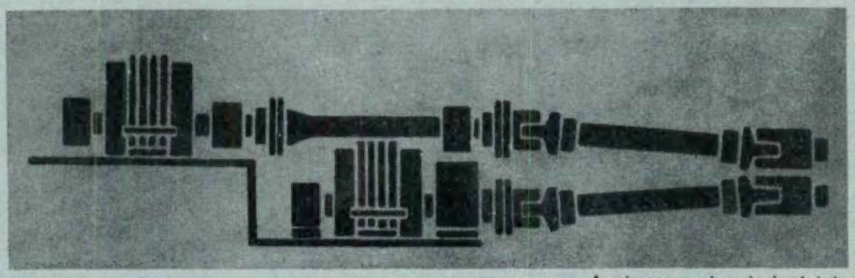
Transmissão de energia



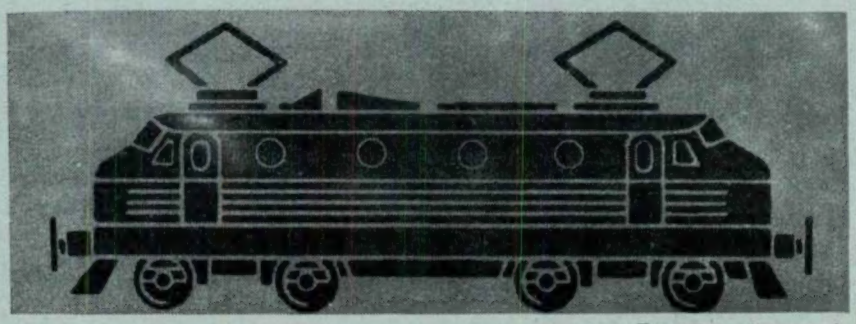
Produção de energia



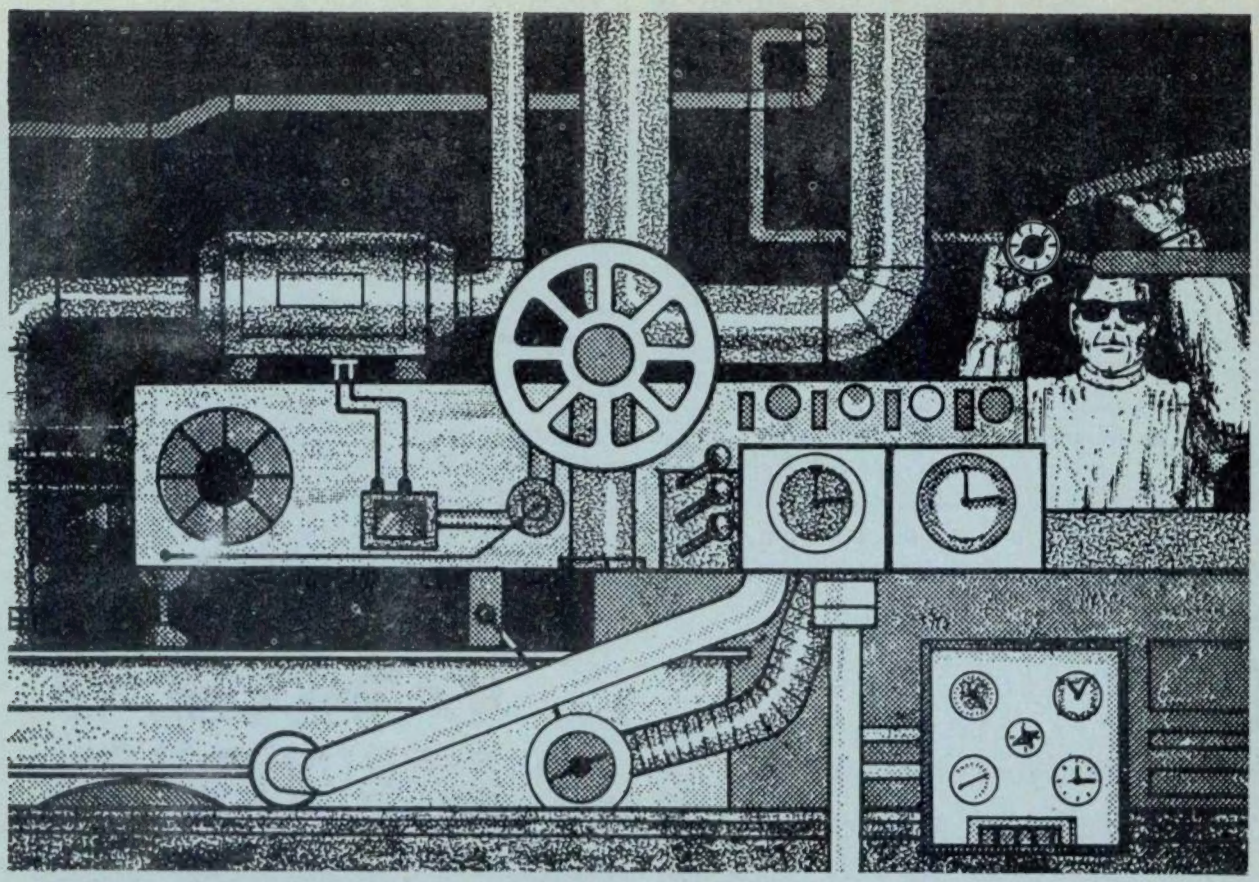
Fornos eléctricos



Accionamentos industriais



Tracção e transporte



ESSO GARANTE UMA PRODUÇÃO ININTERRUPTA

Há óleos industriais ESSO para toda a espécie de maquinaria. Eles permitem uma produção Ininterrupta porque reduzem ao mínimo a possibilidade de paralização das máquinas.

O óleo industrial ESSO garante, ainda, uma grande economia na manutenção do material, melhor conservação e menor desgaste das peças.

Do seu uso decorre uma maior produtividade e consequentemente, maiores benefícios.

ESSO .... PROGRESSO .... SUCESSO

O SIMBOLO ESSO REPRESENTA SETENTA E SETE ANOS DE EXPERIÊNCIA MUNDIAL, COM VINTE DE BONS SERVIÇOS EM PORTUGAL

ESSO STANDARD PORTUGUESA (COMPANHIA DE PETRÓLEOS) S. A. R. L.

Em Lisboa: Rua Filipe Folque, 2 – No Porto: Av. Serpa Pinto, 227 - Matosinhos

Teòricamente não hà qualquer risco, mas...

de facto, as possibilidades globais dos intrincados e complexos sistemas electrónicos e electromecânicos dependem do grau de confiança que é possível depositar em cada um dos componentes INDIVIDUAIS utilizados.

Esta essencial fiabilidade está implícita no projecto dos componentes ITT e é garantida pelo rigoroso controlo de qualidade e ensaios realizados em todas as fases de produção.

As constantes pesquisas e investigações realizadas por laboratórios na Europa e nos Estados Unidos da América tornam possível satisfazer as complexas exigências dos nossos clientes em todos os campos da electrónica.

A vasta linha dos produtos ITT inclui : rectificadores de selénio, rectificadores de silício, diodos Zener, tiristores, transistores e diodos, válvulas de imagem, válvulas especiais, condensadores, cristais de quartzo e filtros de cristal, termistores, materiais magnéticos, motores, ventiladores tangenciais, interruptores, relés, componentes para receptores TV e altifalantes.

Para informações adicionais relativas aos componentes ITT consulte a :

STANDARD ELÉCTRICA, s.a.r.l.
Avenida da India
LISBOA 3
Telefone : 638171 Telex : 572

Componentes electrónicos

ITT Standard

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

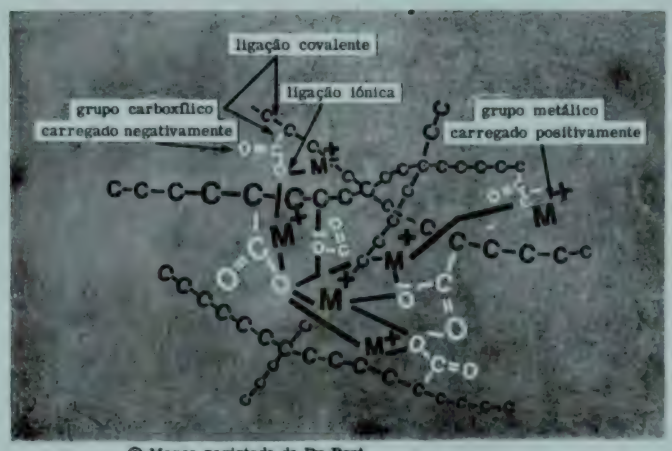
✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A
TELEF. 47812-50129
LISBOA

O SURLYN® A,

Resina ionómera é extraordinàriamente resistente transparente e fácil de transformar

LIGAÇÃO IONÓMERA



® Marca registada da Du Pont

LIGAÇÃO IONÓMERA - COMBINAÇÃO DE PROPRIEDADES EXCEPCIONAIS

O "SURLYN" A é o primeiro de uma nova família de termoplásticos. É uma resina ionómera que alarga o campo de propriedades habituais em um só polímero.
O termo "ionómero" foi escolhido para descrever a acção de ligações iónicas entre cadeias que se produzem no "SURLYN" A. Resultado: O "SURLY" A tem uma grau de transparência que é único em termoplásticos de igual resistência.
Essas cadeias dão uma resistência e rigidez sem afectar a facilidade de transformação bem como um alto grau de resiliência e uma excepcional resistência aos dissolventes, óleos e graxas.

FÁCIL DE TRANSFORMAR

O "SURLYN" A tem uma estabilidade térmica excepcional no estado de fusão. Pode-se utilizar numa grande variedade de máquinas de moldação.
O "SURLYN" A não precisa de plastificante. Admite grande quantidade de cargas e devido à sua baixa densidade produz mais peças por quilo.

O "SURLYN" A é ideal para a moldação por injecção, vácuo, sopro e extrusão de perfis, tubos e revestimentos.

GRANDE VARIEDADE DE APLICAÇÕES

Entre as muitas peças moldadas que se têm fabricado com "SURLYN" A podemos citar:

- Cabos de ferramentas
- Mostradores de instrumentos de medida
- Aparelhos de precisão
- Saltos de sapatos
- Caixas para frigoríficos
- Acessórios médicos
- Equipamentos de segurança

PARA MAIS INFORMAÇÕES

O "SURLYN" A tem um lugar importante entre os materiais de moldação que se utilizam.
Obtenha informações detalhadas sobre esta nova e excepcional resina por intermédio do seu distribuidor em Portugal.

DUPONT
REG U S PAT OFF

Coisas melhores para viver melhor

.... *graças à Química*

Consulte os Serviços Técnicos do

DISTRIBUIDOR EM PORTUGAL

ANJOS PEREIRA & C.ª, L.DA

Rua D. João V, n.º 2, 3.º

Teleg. STAC **LISBOA** **Tel. 68 41 41**

Celulite

ISOLAMENTO
TÉRMICO DAS
CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS
FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS
INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.° • TEL. 73 01 56 — LISBOA

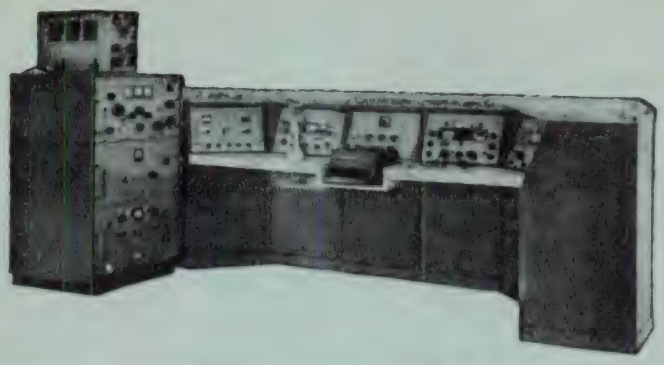
Para impermeabilizar terraços,
paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE
TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º - LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM



Comunicações

equipamentos
e sistemas completos

- Cuidadosamente projectados
- Amplamente experimentados
- Completamente integrados

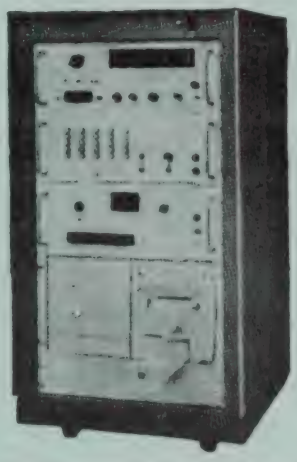
THE TECHNICAL MATERIEL CORPORATION

HEWLETT hp PACKARD

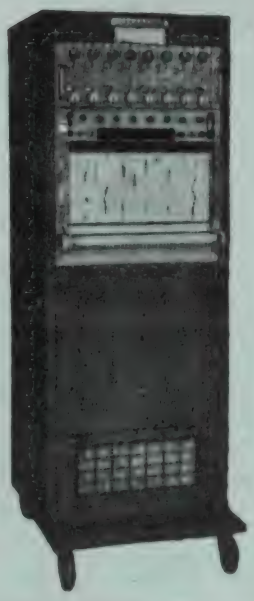
aparelhagem electrónica de medida e registo

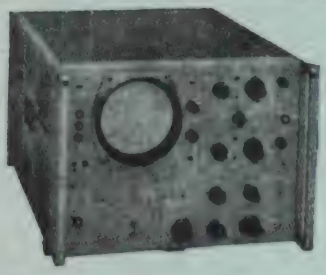
Osciloscópios, Oscilógrafos, Voltímetros electrónicos, Geradores de sinal, Contadores electrónicos, Registadores digitais, Fontes de alimentação

Registador digital Dymec



Registador Sanborn

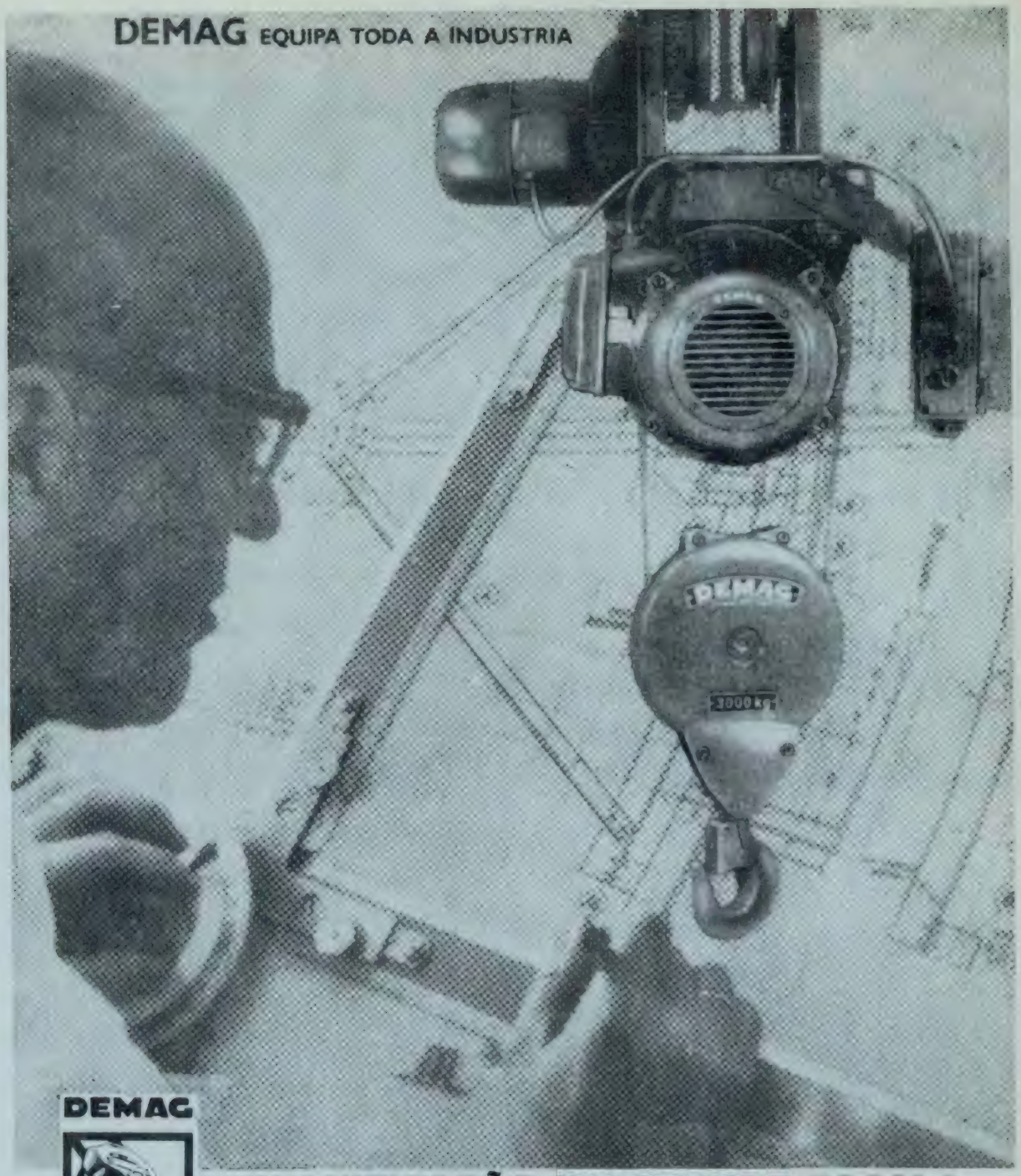




Osciloscópio HP

Contador Electrónico HP

TELECTRA EMPRESA TECNICA DE EQUIPAMENTOS ELECTRICOS, S.A.R.L.



DEMAG

Aparelhos de elevação DEMAG

PLANIFICAÇÃO EM GRANDE ESCALA

A manutenção representa dispêndio de tempo, de dinheiro e de mão de obra. Em determinados casos as despesas de manutenção são factor decisivo na luta com a concorrência. Daí a necessidade imperiosa de reduzir as despesas de manutenção.

Os diferenciais "DEMAG" correspondem inteiramente às necessidades de altura de elevação, de segurança e de velocidade. Graças à experiência adquirida em dezenas de anos obteve-se uma construção moderna e robusta.

Ha sempre a possibilidade de novas e interessantes aplicações, das quais resulta o aumento sensivel do rendimento das Empresas.

Para vos dar uma ideia mais precisa da utilidade dos diferenciais "DEMAG" os nossos técnicos encontram-se sempre à vossa disposição.

Não desperdice o seu tempo — consulte-nos.

O seu sucesso será também o nosso.

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDUSTRIA

LISBOA
Rua da Boa Vista, 81-C - 83-E
Tel. PPC 672161/2/3/4/5

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 589
Tel. 25871

LOURENÇO MARQUES
Av. Manuel de Arriaga, 55-1.º
Tel. 5214

LUANDA
Largo da República, 29
Tel. 4492

técnica

NUMERO 356 * MARÇO DE 1966 * ANO XLI * VOL. XXVIII * DIRECTOR: ASSIS FARINHA MARTINS

C. D. U. 378.962

CONSIDERAÇÕES ÀCERCA DO ENSINO DE ENGENHARIA (*)

por FERNANDO VASCO COSTA
Prof. I. S. T.

RESUMO

O autor começa por salientar a importância do ensino técnico, chamando a atenção para a necessidade de se averiguar das carências do País antes de se proceder a qualquer reforma do ensino. Enuncia em seguida os objectivos de cada um dos diferentes graus de ensino.

Depois de fazer notar a efemeridade dos conhecimentos técnicos, assinala o papel relevante desempenhado pelas ciências, especialmente as aplicadas, no ensino técnico superior, não esquecendo, contudo, as humanidades e as ciências sociais.

A terminar, refere a particular importância dos estágios quando ao ensino superior é dado um carácter científico.

SYNOPSIS

The author emphasizes the importance of technical education and points out the need for an analysis of the country's requirements as a preparatory step to any educational reorganization.

He further stresses the ephemeral nature of technical knowledge and the outstanding importance of science, especially applied science, in advanced technical education. Humanities and social sciences should also be included.

Finally, there is a reference to the importance of the pratical training when advanced education has a marked scientific feature.

1 — INTRODUÇÃO

Sem ensino eficiente e a que tenha acesso toda a população não pode progredir econòmicamente um país: as suas terras de cultura e os seus recursos mineiros só incompleta e imperfeitamente se exploram, as suas matérias primas não atingem adequada valorização ao serem transformadas e as demoras nos transportes encarecem os produtos manufacturados.

Todos os tipos e todos os graus de ensino são necessários ao desenvolvimento de um país, mas aquele que permite colher benefícios directos num mais curto prazo é, sem dúvida, o ensino técnico, em particular no seu mais elevado grau, como o que se ministra nas escolas de engenharia.

Há cinquenta anos procedeu-se a um esforço verdadeiramente notável no sentido de desenvolver o ensino técnico. Reorganizaram-se e criaram-se então numerosas escolas, entre elas o Instituto Superior Técnico e o Instituto Superior de Comércio, hoje denominado Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras. Os grandes animadores do ensino técnico foram então o Dr. Brito Camacho, o Prof. Alfredo Bensaúde e o Prof. Caetano Beirão da Veiga.

(*) *Conferência proferida na sessão inaugural da III Semana de Engenharia Civil, no dia 7 de Março de 1966.*

O interesse pelo ensino técnico só voltou a manifestar-se quando sobraçou a pasta da Educação Nacional o Prof. Eng. Francisco Leite Pinto.

Fora do âmbito deste Ministério, o Instituto Nacional de Investigação Industrial conseguiu, graças à clarividência e ao entusiasmo do seu director, o Eng. Magalhães Ramalho, lançar cursos que têm servido de modelo a muitas iniciativas particulares, nomeadamente por parte das Associações Comerciais e Industriais. Fora também do âmbito do nosso Ministério, o Prof. Gonçalves de Proença tem criado no Ministério das Corporações cursos de formação técnica de que muito virá a beneficiar o país, especialmente se o seu exemplo também for seguido pelas entidades privadas. O Laboratório Nacional de Engenharia Civil, do Ministério das Obras Públicas, promovendo numerosos cursos de elevado nível técnico e científico, também muito tem feito pelo ensino.

Ao referir o Laboratório saúdo o seu primeiro director e grande impulsionador, o Sr. Eng. Eduardo Arantes e Oliveira, que se dignou presidir a esta sessão. A presença de um Ministro numa escola é sempre honrosa, mas a presença de um distinto profissional cuja carreira e trabalhos publicados podem ser indicados como modelos aos jovens engenheiros, constitui, além de uma honra, um estímulo para quem aqui trabalha.

A Ordem dos Engenheiros e a Secção dos Antigos Alunos da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico têm mostrado grande interesse pelo ensino técnico. A este último organismo devemos a realização em 1962 do Congresso do Ensino da Engenharia, acontecimento verdadeiramente notável de que ainda se não colheram todos os benefícios.

O ensino a que se procede nas escolas técnicas tem sido ùltimamente objecto de muitas críticas, as quais têm incidido principalmente sobre a falta de actualização e a falta de especialização dos programas. Por isso quase todas as críticas têm sido acompanhadas da apresentação de programas e de sugestões para a criação de novas especialidades ou de sub-especialidades.

Por julgarmos que só convirá modificar a actual forma de ensino depois de definidos os objectivos a atingir, limitar-nos-emos em vez de discutir programas e especializações, a apresentar algumas considerações sobre os objectivos dos diferentes graus do ensino técnico. Tais considerações, apesar de dizerem respeito principalmente ao ensino da engenharia que aqui se pratica, constituem apenas depoimento pessoal que em nada obriga os restantes professores desta escola.

2 — GRAUS DO ENSINO TÉCNICO

Em Portugal ministra-se o ensino técnico em escolas secundárias, médias e superiores.

As escolas secundárias são de variadíssimos tipos: comerciais, industriais, agrícolas, de serviços sociais e de enfermagem. A duração dos seus cursos varia de 3 a 5 anos.

As escolas médias abrangem os institutos comerciais e industriais, as escolas de regentes agrícolas e as escolas técnicas de enfermagem. A duração destes cursos é em geral de 4 anos, que adicionados aos 5 de preparatórios a tirar no ensino secundário, conduzem a uma duração total de 9 anos.

As escolas superiores encontram-se hoje integradas nas Universidades. Os seus cursos têm a duração de 5 a 6 anos, que adicionados aos 7 dos preparatórios conduzem a uma duração total de 12 a 13 anos.

A grande diferença de duração dos cursos nos três graus de ensino constitui razão suficiente para os tornar muito diferentes entre si. Sucede, porém, que nos países desenvolvidos já não se verifica tão grande diferença; os de mais modesto grau têm maior duração do que entre nós, e os cursos de mais elevado grau têm, em regra, menor duração. Em tais países não é a duração mas sim a sua natureza que os distingue. E a natureza difere por virtude de, em cada um dos graus do ensino, serem distintos os objectivos a atingir.

Se qualquer reforma de estrutura e de programas das nossas escolas for empreendida sem prèviamente se terem discutido e fixado os objectivos a atingir em cada grau, correr-se-á o risco de confundir os tipos de ensino. Tal risco será especialmente grave se, como todos desejamos, se alongar a duração dos cursos secundários e médios e se encurtar a dos cursos superiores.

3 — DIFERENCIAÇÃO DOS OBJECTIVOS DOS DIFERENTES GRAUS DO ENSINO

Parece estar fora de dúvida que nos graus menos elevados o ensino deve ter um carácter essencialmente informativo e consistir principalmente na transmissão de informações que possam ter aplicação imediata. Nos graus mais elevados, pelo contrário, o ensino deve ter um carácter formativo e consistir principalmente na transmissão de conhecimentos de carácter abstracto, os quais exigirão reflexão antes de serem aplicados.

Os conhecimentos ministrados nos cursos de grau menos elevado devem dizer respeito principalmente a materiais, a equipamentos, e a técnicas da sua utilização. Tais conhecimentos têm de ser profundos e completos. Esta a causa de, apesar de os cursos dizerem respeito apenas a domínios restritos, a sua duração ser nos países desenvolvidos quase tão longa como a dos cursos de grau mais elevado.

Nos cursos de grau médio os conhecimentos a ministrar devem dizer respeito principalmente a formas de utilização dos materiais e dos equipamentos, e à organização do trabalho. A duração de tais cursos também não pode ser curta, pois os técnicos que os frequentarem têm de ficar aptos à aplicação, em diversos domínios, de conhecimentos de natureza complexa.

Os cursos de grau superior, conforme foi dito, mais do que um carácter informativo devem ter um carácter formativo. A vastidão dos conhecimentos com interesse é tão grande que já ninguém a pode abarcar. Neste grau de ensino pouco mais se pode pretender do que habilitar e habituar o aluno a adquirir, por si próprio, os conhecimentos de que vier a necessitar.

O operário deve respeitar todos os preceitos técnicos, já consagrados por longa experiência, que lhe são ensinados. O técnico que frequentou uma escola superior deve suspeitar por hábito da aplicabilidade de quaisquer preceitos técnicos e deve ser capaz de, por si e sempre que necessário, proceder à adaptação de preceitos existentes e mesmo deduzir novos preceitos.

Enquanto que o pedreiro ou o soldador necessitam saber pràticamente tudo dentro do campo particular em que exercem a profissão, a complexidade e diversidade dos problemas a estudar pelo diplomado de grau mais elevado já não permitem tal conhecimento. Temos, pois, de aceitar que no grau mais elevado os conhecimentos de carácter técnico sejam sacrificados a favor dos conhecimentos de carácter geral, ou seja de carácter científico.

O ensino de carácter técnico dos cursos superiores tem assim de limitar-se a um treino para a apreciação, análise e resolução de problemas complexos por processos científicos. Depois de recebido tal treino o diplomado deverá, fora ou dentro da escola, exercitar-se na sua aplicação a um campo especializado. Só passado algum tempo ficará em condições de exercer com independência e proficiência a sua profissão.

Deve esta última parte da preparação para o exercício da profissão ser obtida na escola ou fora dela? Ao passo que parece haver acordo quanto ao objectivo principal da parte escolar de um curso técnico superior, já há grande diversidade de opiniões quanto à resposta a esta pergunta.

4 — TIPOS DE ESCOLAS TÉCNICAS SUPERIORES NO ESTRANGEIRO

Quem procurar uma orientação para o ensino técnico superior na observação do que se passa no estrangeiro ficará surpreendido ao verificar como varia de país para país o carácter desse ensino. Num extremo encontramos as «Technische Hochschule» alemãs, em tudo iguais ao I. S. T. que por elas foi modelado. Em tais escolas, a um curso geral já orientado para aplicações segue-se uma especialização técnica destinada, em princípio, a habilitar ao exercício imediato da profissão. No outro extremo encontramos as mais prestigiosas universidades inglesas, onde se ignoram as especializações técnicas tal como nós as concebemos. Nestas universidades apenas se pretende que o aluno ao terminar o curso se encontre apto, o que já é muito, a iniciar a sua preparação para técnico.

Os cursos das escolas do tipo alemão são forçosamente longos, visto neles se pretender ministrar aos alunos uma preparação completa para o exercício da profissão. Compreendem estágios em oficinas, tirocínios, e trabalhos finais de curso.

Os cursos que se podem seguir em Oxford, Cambridge e Edimburgo, têm menor duração, não só por os alunos admitidos nestas Universidades serem seleccionados com particular cuidado, mas também por não haver a menor veleidade de os tornar, na própria Universidade, aptos para o exercício de profissão. De tal tarefa se encarregarão mais tarde as organizações profissionais.

Além dos referidos, ministram-se também no Reino Unido cursos de outros tipos, cuja estrutura os aproxima dos professados nas escolas alemãs.

Nas Universidades dos Estados Unidos encontramos cursos com a duração de quatro anos dos quais três são dedicados principalmente ao estudo de ciências básicas e suas aplicações, apenas no último ano se abordando o ensino de matérias com carácter pròpriamente técnico. Tal como no Reino Unido o estudante não é considerado, ao acabar o curso, em condições de exercer com independência a profissão. Para lhe ser reconhecido tal direito as associações profissionais exigem-lhe, em regra, um mínimo de dois anos de prática sob a sua orientação e fiscalização. Embora os resultados obtidos com o sistema se possam classificar como satisfatórios, verifica-se hoje nos Estados Unidos uma tendência para alongar os cursos (Goals of Engineering Education, 1965).

De todas estas informações apenas se pode concluir que a estruturação dos cursos técnicos superiores constitui problema de difícil resolução, e que teremos de procurar por nós próprios, tendo em conta condicionamentos particulares do nosso país, as soluções que mais nos convenham.

Para a escolha de tais soluções importa averiguar prèviamente, como três anos atrás advogámos nesta mesma sala, quais as necessidades do nosso país quanto ao número de técnicos de cada tipo e de cada grau. Sem prèviamente se averiguarem tais necessidades arriscamo-nos a introduzir reformas no ensino que em vez de o melhorarem o piorem.

5 — EFEMERIDADE DOS CONHECIMENTOS TÉCNICOS

Numa conferência realizada há menos de uma semana no Porto afirmou o Prof. Adriano Moreira: «Cada geração tem de ser preparada para responder aos problemas de vinte anos mais tarde e não aos problemas contemporâneos da sua extrema juventude, em que a responsabilidade não lhe será entregue». Embora estas palavras tenham sido proferidas com o pensamento nos problemas políticos e sociais, elas aplicam-se igualmente aos problemas técnicos.

A utilidade dos conhecimentos de carácter técnico é, com efeito, particularmente efémera. Basta consultar qualquer livro publicado há mais de vinte anos para verificar como os conhecimentos técnicos ràpidamente se desactualizam. Dado que a evolução se faz cada vez mais depressa, a efemeridade dos conhecimentos técnicos está-se acentuando dia a dia. A evolução é mesmo tão rápida que implica por vezes o aparecimento de novos campos de especialização.

Poderá qualquer escola do mundo ter hoje em dia a veleidade de ministrar aos seus alunos conhecimentos de carácter técnico cuja utilidade ainda se mantenha dentro de 10 anos? Não é de crer. Se nas universidades são ministrados alguns conhecimentos técnicos em cursos superiores de engenharia é apenas com o objectivo de proporcionar ao aluno um treino que lhe permitirá, depois de terminado o curso, continuar por si a adquirir novos conhecimentos.

Esta é uma das razões, e talvez a principal, de nos países desenvolvidos se dar um carácter francamente científico aos cursos técnicos do grau mais elevado, relegando-se para os primeiros anos de actividade profissional a aprendizagem técnica.

Um curso com carácter científico apresenta para o técnico, além da vantagem notável de lhe permitir a actualização permanente dos seus conhecimentos, a de lhe facilitar a adaptação a qualquer novo campo de actividade.

Para a sociedade também representa uma vantagem o dispor de profissionais aptos a manterem-se a par da evolução da técnica, e aptos a adaptarem-se a novos campos de actividade.

Uma outra notável vantagem dos cursos com carácter científico é a sua economia. Tal vantagem interessa particularmente aos países em vias de desenvolvimento. Na realidade só os países desenvolvidos dispõem de populações escolares suficientemente grandes para que, econòmicamente,

se justifique um ensino técnico especializado de grau elevado. Só esses países aliás é que dispõem dos recursos financeiros necessários para manter convenientemente actualizado tal tipo de ensino.

Convém referir que se afigura no entanto, mais difícil encontrar professores para ministrar um curso superior de engenharia com carácter científico do que com carácter técnico.

Há ainda outra razão forte para que um curso técnico de grau elevado consista essencialmente no ensino da ciência; é que esta, devido à sua natureza abstracta, é de difícil assimilação, não se prestando ao auto-didactismo. Como bem sabemos a tendência de todos os técnicos, uma vez terminado o seu curso, é para procurarem o manual em vez do tratado, e a revista de divulgação em vez da revista científica. Quem não se tenha habituado na escola a utilizar equações diferenciais nunca virá por si a adquirir o hábito de as aplicar, o mesmo se podendo dizer das noções fundamentais da mecânica, da termodinâmica, da electricidade e de outros domínios. Ora mal se compreende que exerça o grau mais elevado de qualquer profissão quem se esquive ao emprego de tais noções.

6 — NECESSIDADE DA ACTUALIZAÇÃO PERMANENTE

Uma das críticas que mais frequentemente se fazem ao nosso ensino técnico superior é o atraso com que nele se procede à actualização dos programas.

Se bem que a falta de actualização constitua falta grave, ela não se afigura como o principal defeito dos nossos cursos. Se admitirmos que a função principal de um curso técnico superior é treinar o aluno a analisar e a resolver por si problemas de carácter técnico, o valor de tal treino pouco afectado será pelo tipo de problemas.

Já o mesmo se não verifica com o ensino técnico nos outros graus. Como nestes o objectivo é transmitir conhecimentos, o ensino só fará sentido e terá utilidade se os conhecimentos relativos a materiais, a equipamentos e a técnicas para o seu emprego forem mantidos continuamente actualizados.

Para sossegar aqueles a quem escandalizo com a afirmação de que a falta de actualização é menos grave no ensino superior do que nos outros graus do ensino técnico, devo esclarecer que há motivos para as escolas superiores manterem actualizados os seus programas. Um desses motivos consiste na necessidade de despertar e manter o interesse do aluno pelas matérias ministradas. Outro motivo resulta do carácter formativo dos cursos: necessitando os técnicos de manterem permanentemente actualizados os seus conhecimentos, mal ficaria a escola se não lhes desse o bom exemplo.

Deve ainda referir-se que constitui uma obrigação moral para a escola o proporcionar aos seus antigos alunos cursos de actualização. Para a organização destes cursos a escola necessita manter-se perfeitamente a par da evolução das técnicas. De outra forma os cursos de actualização perderão a sua razão de ser.

7 — ENSINO DAS CIÊNCIAS

As ciências devem constituir a base do ensino técnico no seu grau mais elevado. Basta pegar em qualquer revista técnica de nível elevado para se verificar que a matemática é a linguagem em que quase todos os problemas são tratados, e que a resolução desses problemas requer, também quase sempre, conhecimentos profundos de física e de química.

No meu tempo de aluno pensava-se que as cadeiras de matemática tinham por função principal a eliminação dos alunos menos dotados, e por função secundária o treino dos restantes alunos no raciocínio abstracto.

Tais ideias encontram-se hoje ultrapassadas. A matemática já não constitui um obstáculo ou um exercício mental mas a ferramenta que dia a dia se vai sabendo utilizar melhor e com mais frequência. Pode mesmo dizer-se que o progresso técnico tem consistido principalmente na descoberta de novas formas de utilização da linguagem matemática para a resolução de problemas de carácter técnico.

O ensino da física cria actualmente graves dificuldades às escolas por virtude de o seu âmbito se estar alargando muito ràpidamente. Para tal situação não se vê outra solução que não seja a de ministrar a todos os alunos apenas conhecimentos fundamentais de carácter geral, reservando o

desenvolvimento desses conhecimentos e o estudo das suas aplicações para as partes dos cursos já diferenciadas. A coordenação entre os programas das várias cadeiras de um curso é particularmente difícil no respeitante ao ensino da física, pois quase todas as cadeiras envolvem a aplicação dos seus princípios, e é necessário evitar duplicações.

O ensino da química, tal como o da física, tem de ter carácter geral no início do curso. O estudo das propriedades dos materiais e do seu comportamento, de importância primordial em todos os ramos de engenharia, convém que seja orientado sabendo-se já qual o campo de actividades do futuro técnico.

Deve o ensino das ciências com que se iniciam os cursos técnicos ser ministrado em comum a futuros cientistas e a futuros técnicos?

Há uma razão forte para assim se proceder: a de dar ao estudante a possibilidade de decidir mais tarde, quando já dispuser de um melhor conhecimento das suas aptidões e da natureza das actividades a desempenhar, qual o tipo de carreira a seguir.

Mas há também fortes razões para diferenciar o ensino das ciências ao futuro cientista do seu ensino ao futuro técnico. Enquanto que convém preparar o cientista para prosseguir por si no estudo das ciências, o objectivo da preparação do técnico é bem distinto, pois a este apenas interessa a ciência na medida em que pode ser utilizada na resolução de problemas técnicos concretos.

Se esta razão não for julgada suficiente para uma diferenciação de programas, ela deve ser reconhecida como suficiente para uma diferenciação de forma de ministrar um programa comum.

Ao estudante que se destina a cientista convém ministrar o ensino por forma a que adquira conhecimentos vastos e profundos, que lhe permitam contribuir mais tarde para alargar o domínio da ciência e das suas aplicações. Os campos a que convirá dar maior desenvolvimento serão aqueles onde se esteja verificando ou onde se espere uma evolução mais rápida. Serão estes certamente os campos em que melhor se conseguirá interessar o aluno.

Ao estudante que se destina a técnico convém ministrar o ensino por forma a que fique apto a utilizar com confiança e em grande variedade de situações os conhecimentos científicos adquiridos. Ao ministrarem-se-lhes tais conhecimentos dever-se-á ter principalmente em vista o treino no reconhecimento de oportunidades para o seu emprego. Os conhecimentos a que convirá dar maior importância serão aqueles que se espera o técnico venha a ter mais oportunidades de utilizar. Tais conhecimentos só por acaso se encontrarão nos campos em que está interessado o cientista.

Actualmente têm equiparação as cadeiras de Matemática, Física e Química, ministradas nas diversas escolas superiores portuguesas, apesar de essas escolas ministrarem ensinos de índoles diferentes. O mal não é grave, pois os objectivos das escolas não se encontram bem definidos. As diferenças que se verificam de escola para escola têm apenas o carácter fortuito das diferenças que sempre se notam quando numa mesma escola muda o regente da cadeira.

Embora reconhecendo que a ciência a ministrar a cientistas e técnicos é precisamente a mesma, pensamos que por motivo de o ensino da ciência constituir uma parte importante do curso técnico superior — a sua base — tal ensino deve ser orientado tendo presentes os objectivos do curso. Isto implica um ensino da matemática, da física e da química aos futuros técnicos diferenciado do ensino ministrado aos futuros cientistas, mesmo quando incidindo sobre as mesmas matérias.

Ainda uma nota quanto à conveniência de se explicar ao aluno a razão da importância dada à ciência no início dos cursos, conveniência esta que pode ser apresentada como mais um argumento para a diferenciação do ensino da ciência a cientistas e a técnicos.

Se um estudante se matricula numa escola de engenharia é por sentir interesse pela acção e pelas realizações concretas. Se sentisse predilecção pelo estudo abstracto ou pelo ensino é natural que se tivesse matriculado não numa escola de ensino técnico, ainda que de grau elevado, mas numa faculdade de ciências. Para que tal aluno se aplique com gosto e proveito ao estudo das ciências, é indispensável que lhe seja explicado, a par e passo, como é que os conhecimentos de carácter abstracto podem ser utilizados na resolução dos problemas concretos pelos quais sente interesse. Isto só será possível se os professores que regerem as cadeiras científicas nas escolas de engenharia conhecerem

não só a ciência que ensinam, mas também as suas aplicações, e para tais aplicações chamarem com frequência a atenção dos alunos.

8 — ENSINO DAS CIÊNCIAS APLICADAS

Por o ensino das ciências puras ser comum aos ensinos técnico e científico, e por os conhecimentos de carácter técnico se ministrarem em todos os graus, são as ciências aplicadas que caracterizam verdadeiramente o ensino técnico superior, e constituem a razão da existência de escolas técnicas superiores.

Por tal motivo, grande parte dum curso técnico superior deve ser devotada ao estudo da mecânica dos sólidos, da mecânica dos fluidos, das transformações da energia e ao estudo de outras matérias destes tipos.

No ensino de tais matérias convirá tirar o maior partido possível dos conhecimentos adquiridos na frequência das cadeiras de matemática, de física e de química.

É extraordinàriamente difícil encontrar quem esteja em condições de ministrar o ensino das ciências aplicadas. Por um lado necessita dispor de boa preparação científica, por outro de conhecer perfeitamente os campos e as formas de aplicação dos conhecimentos científicos. Além disso deve possuir uma qualidade que, infelizmente, raras vezes encontramos nos professores: a disposição para se sujeitarem a orientar o ensino da sua cadeira por forma a que ela constitua um elo de ligação entre as cadeiras de carácter científico, que o aluno frequentou, e as cadeiras de carácter técnico, que irá frequentar. A tendência do professor será para invadir um ou outro domínio, consoante as suas predilecções pessoais.

A atenção dos responsáveis pelo funcionamento dos cursos superiores deve incidir principalmente sobre a forma como é orientado e ministrado o ensino das ciências aplicadas. Deficiências no ensino das ciências puras poderão ser compensadas durante o ensino das ciências aplicadas; deficiências no ensino das técnicas não terão consequência de maior, dada a efemeridade dos conhecimentos técnicos; mas se o ensino das ciências aplicadas não for ministrado por forma conveniente, a utilidade de todo o curso ficará irremediàvelmente comprometida.

9 — ENSINO DAS TÉCNICAS

Conforme já se disse, de entre os diversos graus do ensino técnico é precisamente o grau mais elevado aquele em que os conhecimentos técnicos apresentam menor interesse. As razões já foram apresentadas; por um lado a impossibilidade de se abranger uma zona extensa de tais conhecimentos com a profundidade própria do ensino universitário; por outro a efemeridade de tais conhecimentos.

É evidente, no entanto, que também no ensino superior se têm de ministrar conhecimentos técnicos. Mas aqui, mais do que a natureza ou o tipo de conhecimentos, interessa a forma de os ministrar. Mostrar ao aluno como se analisam, se trabalham e se resolvem alguns problemas técnicos particularmente bem escolhidos, deve constituir o objectivo das cadeiras de carácter técnico. Mais do que tentar cobrir o domínio de qualquer especialização convém aqui dar autenticidade ao ensino escolhendo com cuidado alguns problemas novos e actuais, pois só tais problemas são susceptíveis de despertar o interesse do aluno que se encontra a terminar um curso técnico superior.

A especialização nos cursos de grau elevado, ou mesmo a sua sub-especialização como pretendem alguns, não parece de recomendar. Tal especialização só faz sentido, e é mesmo indispensável, nos cursos secundários e médios. Na escola superior as cadeiras muito especializadas devem existir apenas com o objectivo de permitir a actualização de conhecimentos por quem os possa utilizar num futuro muito próximo, não com o de darem ocasião a diferenciação de cursos.

10 — ENSINO DAS HUMANIDADES E CIÊNCIAS SOCIAIS

A actividade do técnico não se limita apenas à resolução de problemas no campo da sua especialização. Normalmente a sua actividade inclui o desempenho de funções directivas e administra-

tivas, por vezes mesmo de funções de relevo. Por virtude das repercussões que a sua acção pode ter na vida da sociedade, é necessário que o técnico receba na escola não só uma formação técnica, mas também uma formação humanística geral.

É este um facto que não pode ser ignorado pelas escolas.

Mas como preparar um jovem para bem desempenhar o seu papel na sociedade? Como o levar a tomar o gosto pelo trabalho em grupo, o único possível hoje em dia? Como o habituar a respeitar-se a si, aos superiores e aos subordinados? Como desenvolver nele a curiosidade e o gosto pelo estudo? Como criar nele o interesse pelas realizações viáveis, concretas e com utilidade? Não é fácil responder a estas perguntas. Elas têm preocupado todos aqueles que se sentem responsáveis pela orientação da juventude. Mas o facto de estas perguntas serem embaraçosas não é razão suficiente para que não se tente encontrar a sua resposta.

Um tipo de resposta consiste no ensino daquilo a que os americanos ainda hoje designam por humanidades: história, filosofia, literatura universal, etc. Estas humanidades constituem nalgumas universidades americanas, nomeadamente na de Colúmbia, a principal parte dos cursos de quatro anos.

Quando estagiei na Universidade de Cornell tive ocasião de verificar, o que me surpreendeu, mas não me chocou, que as cadeiras correspondentes às nossas Construções Civis, Estradas, Caminhos de Ferro, Trabalhos Marítimos, Hidráulica Agrícola, eram de frequência facultativa no curso de Engenharia Civil. No entanto, as cadeiras onde se ensinava redacção de inglês, exposição oral, elaboração de orçamentos, direito e finanças eram de frequência obrigatória nesse mesmo curso.

Mas neste domínio, mais do que em qualquer outro, as soluções não podem ser copiadas; têm de ser nossas, baseadas, por um lado, no estudo dos nossos estudantes quanto a aptidões, interesses, hábitos e formas de estudo e, por outro, no estudo das condições em que os técnicos virão a desempenhar as suas funções.

Embora o estudo do estudante português ainda não tenha sido iniciado, pelo menos que seja do nosso conhecimento, não será arriscado afirmar que, de uma forma geral, ele revela maior interesse pela cultura e maior capacidade de organização do que os seus colegas de outros países.

A revista que nesta escola os estudantes publicam mensalmente e muitas outras iniciativas que todos os anos conseguem levar a bom termo, constituem manifestação do seu interesse pela cultura e da sua capacidade de organização.

A Semana de Engenharia Civil que hoje se inicia é talvez a mais eloquente manifestação desse interesse e dessa capacidade. Só quem nunca sentiu pesar sobre si a responsabilidade de qualquer realização é que deixará de admirar e felicitar os estudantes por terem tomado tal iniciativa e por terem sabido proceder à sua concretização.

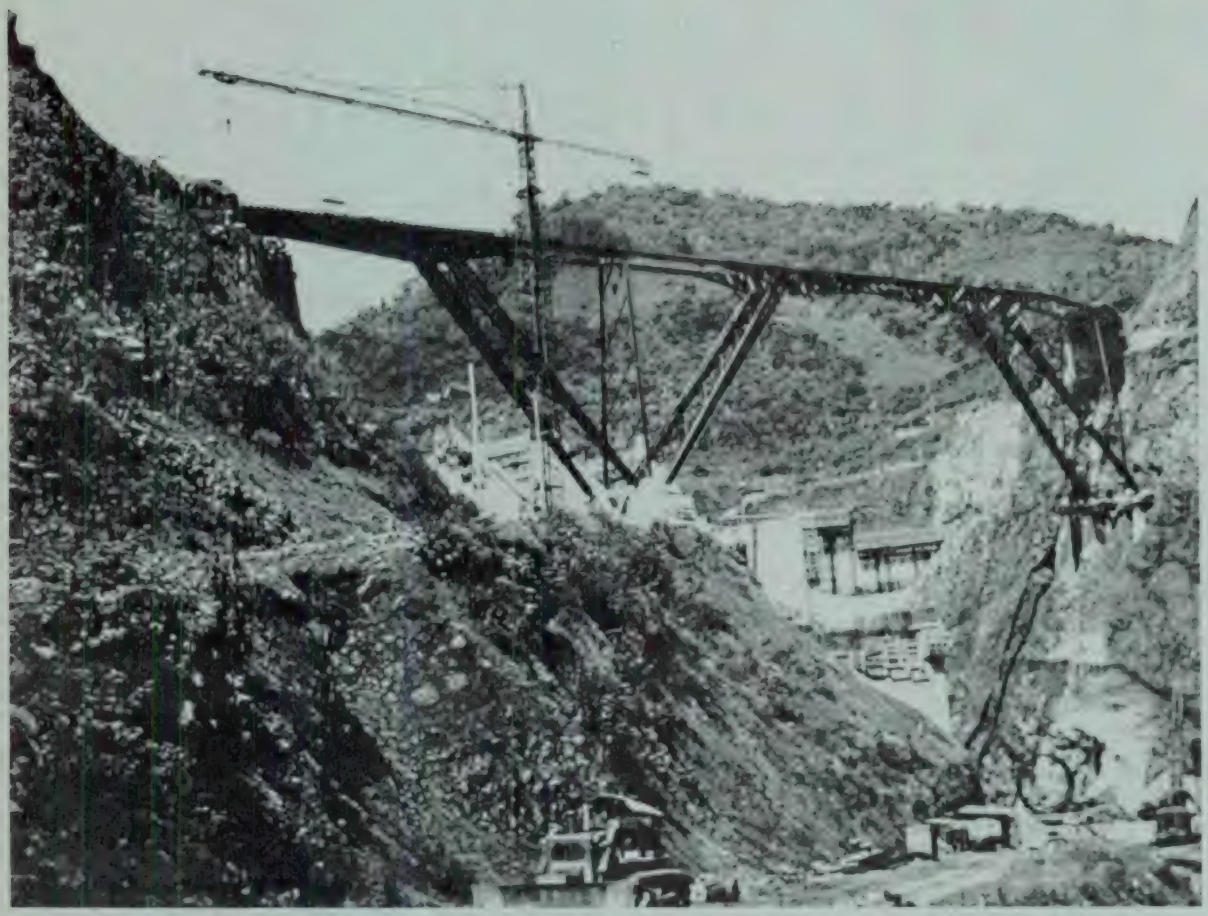
A experiência que os estudantes adquirem em iniciativas como esta ser-lhes-á preciosa para a vida. Por ela merecem os estudantes nota alta, e merecem felicitações e agradecimentos todas as entidades que acarinharam a iniciativa e contribuiram de várias formas, nomeadamente com a sua presença, para que esta Semana constitua um sucesso.

Mas se no respeitante ao interesse pela cultura geral e à capacidade de organização os nossos estudantes se revelam tão aptos, há um aspecto particular da sua cultura que merece nota baixa: a forma como a maioria redige a sua língua e a falta de clareza com que expõe, oralmente ou por escrito, qualquer assunto. Ora é através da linguagem oral, escrita e desenhada que os técnicos comunicam entre si, com os seus clientes e com as entidades oficiais. O técnico necessita, por isso, não apenas de conhecer mas de dominar perfeitamente tais linguagens. Se as não dominar a sua acção na sociedade ficará sèriamente comprometida.

No relatório «Evaluation of Engineering Education» publicado pela «American Society for Engineering Education», encontramos a recomendação de que o ensino da língua inglesa seja ministrado não apenas nas cadeiras destinadas a tal fim mas em todas as cadeiras do curso. Só quem nunca teve de ler pontos escritos é que não reconhecerá como tal recomendação se justifica no nosso país quanto ao ensino do português.

Um outro aspecto também confrangedor da falta de cultura de alguns alunos é o desconhecimento de línguas estrangeiras. Quem hoje encontre alguma dificuldade, ainda que ligeira, em

MAGUE



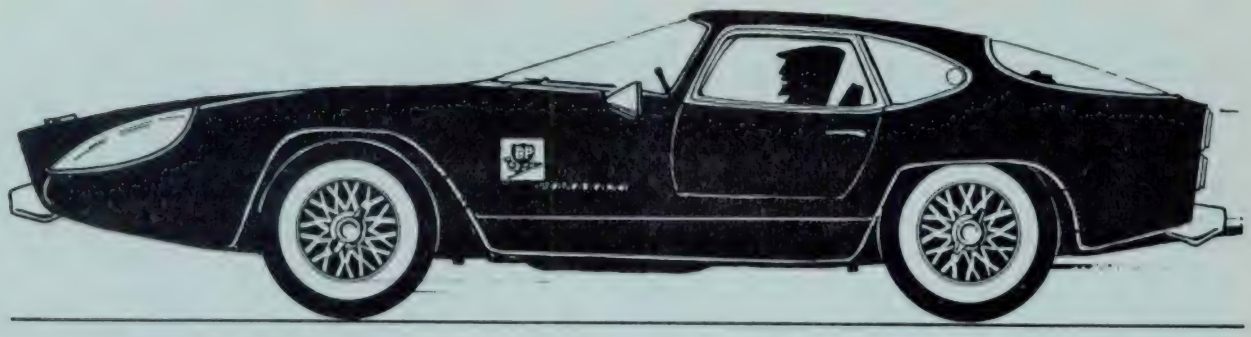
PONTE SOBRE O RIO REVENTAZON, integrada no aproveitamento hidroeléctrico de CACHI-COSTA RICA, projectado pela COBA (Portugal).

- Projecto da ponte do Prof. Engº. Edgar Cardoso -

PONTES ROLANTES, GUINDASTES E APAR. DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS	*Projecto e fabrico*
TURBINAS HIDRÁULICAS	*Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey, S. A.*
TURBINAS A VAPOR	*Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie.*
CALDEIRAS A VAPOR	*Projecto e fabrico segundo licença de Foster Wheeler, Co.*
EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS	

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS **MAGUE** S.A.R.L.

ALVERCA DO RIBATEJO — PORTUGAL



performance

É cada vez maior o número de automobilistas que utilizam os seus carros tanto na vida profissional como por prazer.

Milhões de pessoas utilizam os seus carros em longas viagens de férias.

Se percorre grandes distâncias,

Se exige muito do seu carro,

Se é um apaixonado do automobilismo,

Se considera o seu carro como parte da sua própria existência,

Então, precisa de BP LONGLIFE.

BP LONGLIFE oferece uma protecção maior e mais prolongada aos motores modernos de grande «performance». É um óleo que todos os bons motores merecem ... e devem ter.

BP LONGLIFE é tão bom que aumenta os períodos entre mudanças de óleo e protege o motor do seu carro durante o ano todo.

BP visco-static

LONGLIFE

O ÓLEO DOS 15.000 QUILÓMETROS

7·65

estudar por textos em língua inglesa, que não possa recorrer, quando necessário, a textos em língua francesa, alemã ou italiana, está condenado a viver alheado do progresso. Julgo não errar ao afirmar que em nenhuma cadeira de escola superior se ensinam conhecimentos susceptíveis de serem de tanta utilidade para o exercício de qualquer profissão como os conhecimentos relativos às línguas em que se publicam os livros e as revistas técnicas.

Se compararmos o que se passa entre nós com o que se passa em países cuja língua natal também não dispõe de grande literatura técnica, como é o caso da Holanda e da Suécia, sentir-nos-emos verdadeiramente desolados. Não só o aluno sai do ensino secundário desses países a falar e a escrever correntemente duas ou mesmo três línguas estrangeiras, mas ainda durante a frequência do curso técnico ele é obrigado a aperfeiçoar os seus conhecimentos linguísticos.

Nos dois países citados há mesmo Universidades onde algumas cadeiras são regidas em línguas estrangeiras, tal como se verificava nesta escola há cinquenta anos atrás. Seria possível hoje em dia, em que o inglês substituiu o francês como principal língua técnica, manter cursos a funcionar em língua inglesa, com professores desconhecendo o português, como há cinquenta anos conseguiu o Professor Alfredo Bensaúde com a língua francesa?

Mas passemos a outro assunto, o das chamadas ciências sociais. A nossa situação, embora longe de brilhante, já não é tão grave, ou pelo menos, o contraste com o que se passa noutros países já não é tão vincado. Com efeito, se bem que por toda a parte se reconheça a importância e a necessidade de levar a toda a massa estudantil o conhecimento dos progressos realizados ùltimamente nas chamadas ciências sociais, a verdade é que na maioria dos cursos técnicos estrangeiros pouco mais do que entre nós se tem feito pelo ensino de tais ciências.

Mas aqui, como em tudo quanto diz respeito a cultura geral, pensamos que só se devem introduzir alterações depois de se proceder a um estudo das aptidões e necessidades dos nossos estudantes.

Ainda quanto à preparação do estudante para a vida, deve notar-se que o assunto tem despertado muito interesse entre nós, e se bem que muito haja a fazer, a verdade é que dispomos de alguns estudos sobre tal preparação.

Num completo e bem elaborado trabalho publicado em 1965 na revista «Técnica» por um assistente desta escola, o Sr. Eng. José Pereira Athayde, encontram-se transcrições e referências a publicações sobre tão importante assunto dos seguintes autores: Prof. Sousa da Câmara, Dr. Fernando Magano, Dr. Agostinho de Campos, Dr. Braga da Cruz, Prof. Correia de Barros, Prof. Francisco Leite Pinto, Prof. Vieira Barbosa, Prof. Ferreira Dias, Prof. Vicente Ferreira, Prof. Vaz Serra, Eng. Nuno Abecassis, Eng. Mercier Marques, Prof. Abecassis Manzanares, Eng. Cassio Silva, Eng. Nelson Montes, Eng. José Henriques Arandes, Eng. Francisco Lino Neto e Prof. Almeida Alves.

Nesse artigo, cuja leitura muito recomendamos, afirma-se a certa altura: «se, por hipótese, fosse possível a um engenheiro sair da Escola sem conhecer qualquer técnica executiva, mas com o desenvolvimento das qualidades mentais, os hábitos de trabalho e os conhecimentos fundamentais que lhe permitissem apreender ràpidamente os detalhes de uma situação técnica, diríamos que o ensino teria sido adequado». Poderá a alguns parecer exagerada tal afirmação, mas todos certamente concordarão com a necessidade de que um assunto de tão grande importância, como o da formação humanística do aluno, seja objecto de cuidadoso e profundo estudo.

11 — ESTÁGIOS E APRENDIZAGENS

Cursos técnicos superiores com carácter marcadamente científico, como os aqui preconizados, envolvem diversos riscos.

O mais grave risco consistirá, no caso de os cursos médios não estarem a funcionar convenientemente, o de um país ficar desprovido de quem saiba abordar e resolver convenientemente os problemas correntes que já se encontram completamente tratados e resolvidos nos livros.

Outro grave risco consistirá em os recém-formados pela escola superior entrarem no exercício da profissão antes de terem adquirido suficiente experiência no julgamento global de situações e antes de terem ganho consciência das suas limitações na aplicação dos conhecimentos ministrados

na escola. Tal risco é particularmente grave nos países latinos, em que todos nos sentimos com tendência natural para a teorização, para esquecer que os problemas reais nunca podem ser resolvidos pela aplicação de uma lei científica, mas sim tomando em consideração muitas leis.

A defesa contra tais riscos encontra-se na frequência de estágios, em aprendizagens e na elaboração de trabalhos finais de curso, sob a orientação e vigilância quer das escolas, quer das associações profissionais.

A solução mais conveniente só poderá ser encontrada depois de ser feita a averiguação de quais os tipos de técnicos que necessitamos no nosso país. A solução deve ser estudada em conjunto com as entidades que utilizam os serviços de engenheiros e com os organismos que superintendem no exercício das actividades profissionais.

Sobre este importante assunto ainda mais haveria para dizer mas não quero abusar da atenção e da benevolência dos que me escutam.

12 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Falei da necessidade de se diferenciarem os objectivos dos diversos graus do ensino técnico, da necessidade de se estudar o nosso estudante e da necessidade de se averiguar quais os técnicos de que carece o nosso país.

Procurei chamar a vossa atenção para a importância do ensino das ciências puras, para a grande importância e para as dificuldades do ensino das ciências aplicadas e para a efemeridade dos conhecimentos de carácter técnico.

Referi a necessidade de a escola formar não apenas técnicos, mas homens capazes de bem desempenharem as suas funções na sociedade, no que não fiz mais do que adoptar pontos de vista já largamente defendidos por pessoas mais autorizadas. Referi ainda, o que me foi penoso, que muitos alunos encontram grande dificuldade em se expressar por escrito e oralmente, na sua própria língua e nas línguas estrangeiras.

Que utilidade se poderá encontrar no que expuz se não indiquei remédios, se não propuz programas? Tenha eu contribuído para aumentar o interesse dos que me ouvem pelos problemas do ensino, e já se encontrará completamente justificada a apresentação destas considerações.

Não sei quando nem como virão a ser introduzidas modificações no ensino de engenharia. Mas de uma coisa estou certo, é que se nós, os que sentimos a importância de tal ensino, nos debruçarmos com atenção sobre os seus problemas, ficaremos em melhores condições de compreender, de interpretar e de pôr em execução as modificações que vierem a ser determinadas, mesmo que nem todas correpondam aos nossos desejos e opiniões.

Assim, ao agradecer a atenção que me foi dispensada, permito-me formular o voto de que estes comentários possam, de alguma forma, contribuir para um cumprimento esclarecido das modificações que, mais cedo ou mais tarde, vierem a ser introduzidas no ensino da engenharia.

BIBLIOGRAFIA

Alfredo Bensaúde — «*Notas Histórico-pedagógicas sobre o Instituto Superior Técnico*». Imprensa Nacional, Lisboa 1962.

Orlando Ribeiro — «*Problemas da Universidade*». Sá da Costa, Lisboa 1964.

Manuel Rocha — «*A Reforma do Ensino da Engenharia*». Comunicação apresentada no Congresso do Ensino da Engenharia Lisboa 1962. Memória N.º 209 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa 1963.

José Pereira Athayde — «*As disciplinas formativas nas escolas superiores de engenharia*». Técnica, Dezembro de 1956.

Projecto Regional do Mediterrâneo — «*Análise Quantitativa da Estrutura Escolar Portuguesa*» Lisboa, 1957.

Projecto Regional do Mediterrâneo — «*Evolução da Estrutura Escolar Portuguesa (Metrópole)*», *Previsão para 1975*». Lisboa 1964

Willis, D. Weatherford — «*The Goals of Higher Education*». .Harvard University Press, 1960. Versão em língua espanhola constituindo o Manual Uteha N.º 182, México 1963.

Grupe d'Études sur les aspects economiques de l'enseignement. «*Aspects economiques de l'enseignement supérieur*». O.C.D.E., Paris 1964.

Adriano Moreira — «*Discurso pronunciado na Casa do Infante, no Porto*» no dia 2 de Março de 1966, «Diário de Notícias» 3 de Março de 1966.

D. W. Ver Planch e B. R. Teare, Jn. — ENGINEERING ANALYSIS: *An Introduction to Professional Method*». John Willey, Nova Iorque, 1954.

F. Vasco Costa — «*O ensino de engenharia numa Universidade americana*». Técnica, Abril de 1948.

F. Vasco Costa — «*Palavras proferidas ao tomar posse do lugar de Vice-Reitor*». Revista da Universidade Técnica, Dezembro 1963.

«*Report of the Commitee on Evaluation of Engineering Education*». American Society for Engineering Education, 1955.

«*Study urges Master's for Profession*». Engineer, Vol. VI, N.º 3. Inverno 1965-1966.

«*Goals of Engineering Education*». The Preliminary Report, American Society for Enginnering Education, 1965.

«*Parecer sobre a reforma do Ensino de Engenharia*». Boletim da Ordem dos Engenheiros, Novembro de 1955.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

I — Breve nota mensal

O mês de Janeiro caracterizou-se pela ocorrência de precipitações muito elevadas, pelo que as afluências do mês se apresentaram muito superiores às médias, correspondendo-lhes uma probabilidade de serem excedidas de apenas cerca de 5 % e um coeficiente de produtividade hidroeléctrica de 1,93.

Manteve-se assim o carácter favorável do regime que se vem verificando desde Outubro passado. As afluências verificadas no trimestre Novembro-Janeiro, isto é, no primeiro trimestre do ano hidrológico têm uma probabilidade de serem excedidas de apenas cerca de 3 % e corresponde-lhes um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,70.

A albufeira de Paradela atingiu o pleno e a do Alto Rabagão cerca de 65 %, no final do mês; verificaram-se descarregamentos em todos os outros aproveitamentos.

II — Elementos gerais (GWh)

Acumulados desde 1 de Janeiro

	a) Mensais		Variação
	1965	1966	%
Produção hidráulica (P_h) . . .	285,6	492,5	+ 72
Produção térmica (P_t)	79,5	0,0	— 100
Produção total (P_T)	365,1	492,5	+ 35
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	2,7	5,4	— 100
Exportações (Ex)	0,3	0,0	— 100
Importações (I)	30,0	0,0	— 100
Saldo importador (S_I)	+29,7	0,0	100
Consumo em bombagem (C_b)(2)	—	23,7	—
Produção para consumos perman. (P_{cp}) (2) . .	391,7	392,5	+ 0,2
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . . .	5,8	81,7	—
Total	397,5	497,9	+ 25
Coeficiente de hidraulicidade	0,62	1,93	—

NOTAS

(1) Energia consumida em bombagem para armazenamento na Albufeira do Alto Rabagão.

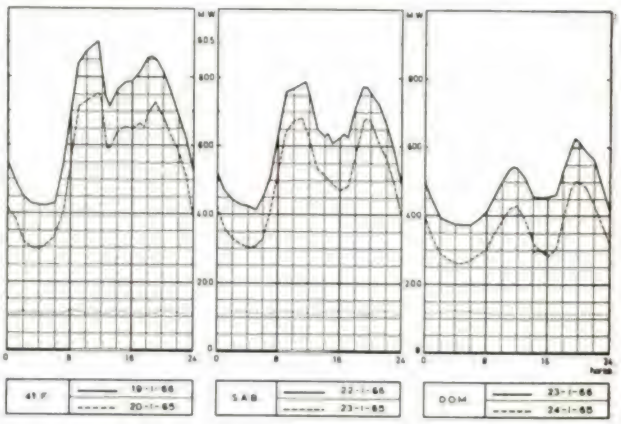
(2) A produção para consumos permanentes (P_{cp}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{cp} = P_T + E_r + S_i - C_b - P_{cnp}$

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1965	1966
Produção hidráulica		(P_h) MWh	10249	17457
Produção térmica		(P_t) MWh	2611	0
Produção total		(P_T) MWh	12860	17457
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	10	0
	Import.	(I) MWh	630	0
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	—	750
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	13183	14111
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	297	2596
TOTAL		$P_T + (I - Ex)$ MWh	13480	16707
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	753	905
		Potência mín. MW	297	427
		Utiliz. da ponta horas	17,9	18,5
		Factor de carga	0,75	0,77
	P_{cp}	Potência máx. MW	740	796
		Potência mín. MW	284	315
		Utiliz. da ponta horas	17,8	17,7
		Factor de carga	0,74	0,74

JANEIRO

III — Diagramas de carga dos dias característicos



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	633,7	65,1
Paradela	219,6	98,7
Venda Nova	124,7	97 4
Salamonde	24,7	89,5
Caniçada	31,4	94,9
Vilar	92,6	100,0
Cabril	299,2	88,2
Castelo do Bode	143,7	88,2
Guilhofrei	8,3	100,0
Lagoa Comprida	32,8 (2)	100,0
Santa Luzia	61,2	99,4
Pracana	12,8	99,2
Póvoa	12,4 (3)	93,3
Total { com A. Rabagão . . .	1697,1	80,5
Total { sem A. Rabagão . . .	1063,4	93,6

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,3 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,4 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

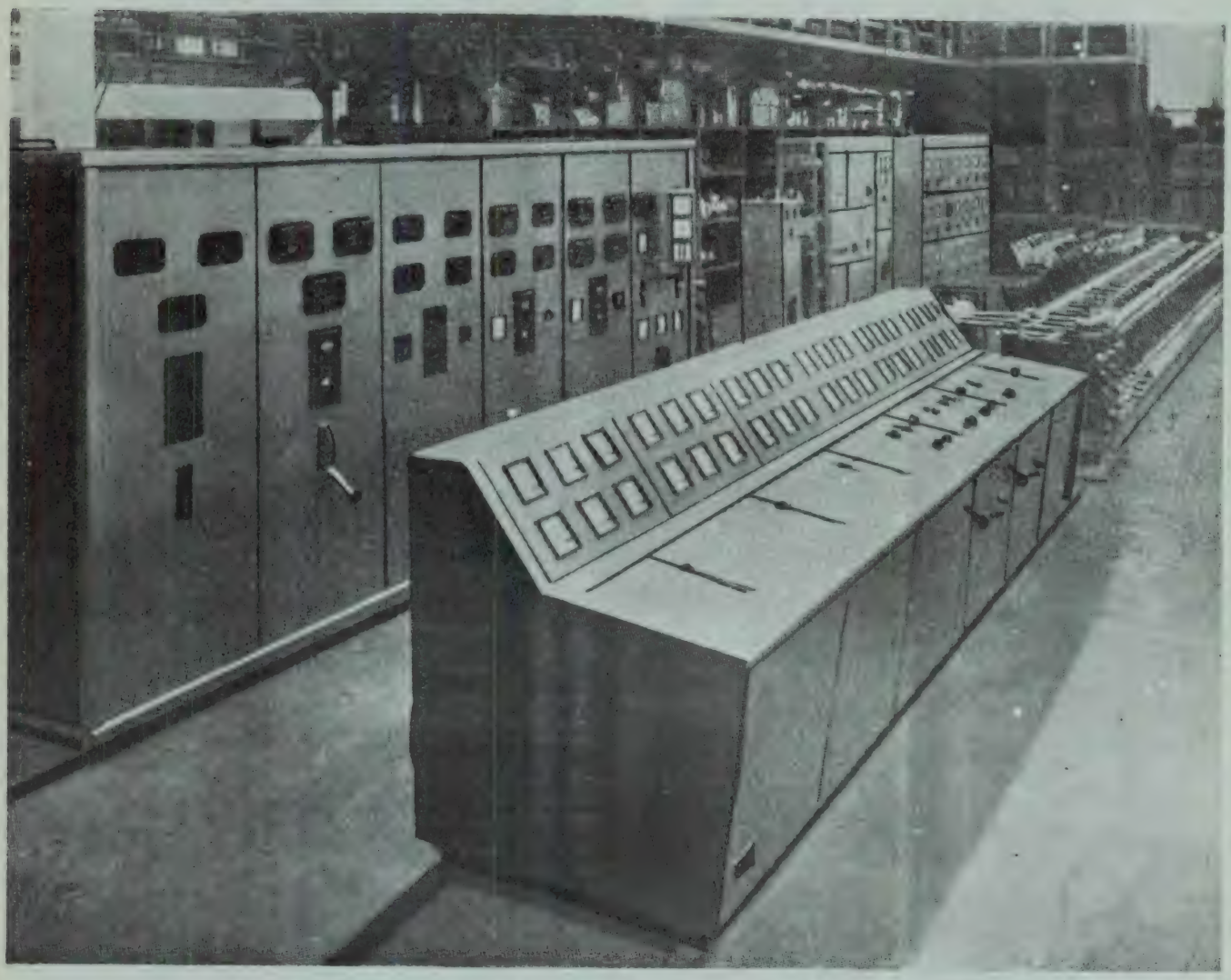
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS

SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.. 52093–52094
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FELTROS, FILTROS E TECIDOS INDUSTRIAIS PARA TODOS OS FINS:

EM PEÇAS, PANOS, MANGAS OU SACOS,
DE QUALQUER FIBRA

PASTA PARA PAPEL
PAPEL
FIBROCIMENTO
CURTUMES
FIAÇÕES DE ALGODÃO
LINHAS
INDÚSTRIAS QUÍMICAS

TECELAGENS
ACABAMENTOS
TINTURARIAS
LAVANDARIAS
ESTAMPARIAS
FILTROS
DESPOEIRAGEM

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

(SONDADORA)

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES DE CIMENTO e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

DELEGAÇÃO - LISBOA
R.S.Pedro de Alcântara, 1
Tel. 32 46 93 e 21 32 56

SEDE - LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C.P.2178 - Tel.4226

MOÇAMBIQUE
L.Marques - C.P.982 - Tel.74 11 21
Beira - C.P. 1002 - Tel. 7 14 97

C. D. U. 550.837

CONTRIBUIÇÃO PARA A PROSPECÇÃO DE ESTRUTURAS GEOLÓGICAS VERTICAIS POR SONDAGENS GEOELÉCTRICAS *

Por JOAQUIM MOURA ESTEVES
Eng.º Civil, Especialista do L. N. E. C

SUMÁRIO

Correntemente a técnica de sondagem geoeléctrica é aplicada à prospecção de estruturas geológicas com planos de descontinuidade paralelos à superfície do solo. Por vezes, porém, surgem situações que se afastam bastante daquelas condições, dificultando a interpretação das sondagens geoelétricas pelos métodos habituais, quando realizadas nas suas proximidades.

O objectivo do trabalho que se apresenta foi o estudo das possibilidades de aplicação da técnica de sondagem geoeléctrica à prospecção de estruturas geológicas verticais. Para isso calcularam-se vários tipos de curvas de sondagens geoeléctricas (utilizando o dispositivo geométrico de Schlumberger) por hipótese realizadas junto de uma estrutura geológica constituída por um meio homogéneo vertical, de espessura significativa, inserido num meio semi-indefinido de resistividade eléctrica diferente. A linha de emissão da corrente eléctrica foi disposta paralela e perpendicularmente ao meio vertical. São apresentados os resultados teóricos obtidos, que foram verificados, em parte, por ensaios realizados sobre modelos reduzidos cuja descrição se faz, bem como das técnicas e das aparelhagens empregadas.

Apresentam-se finalmente as conclusões do estudo executado, o qual revelou algumas novas possibilidades de aplicação da técnica de sondagem geoeléctrica, neste caso à prospecção de estruturas geológicas verticais.

SYNOPSIS

Geo-electric soundings are currently used in the survey of geologic structures with discontinuity planes parallel to the surface. Sometimes, however, rather different conditions arise which make difficult the interpretation of geo-electric soundings carried out in the neighbourhood by the usual methods.

The object of the present paper is to study the possibilities of geo-electric soundings in the exploration of vertical geologic features. For that purpose various types of geo-electric sounding curves were plotted (by means of Schlumberger's geometric device) near a geologic structure made up of a vertical homogeneous significantly thick medium contained in a half-space with a different electric resistivity. The emission line was placed in directions parallel and normal to the vertical medium. The paper describes the analytical results obtained, confirmed by model tests of the studied features. The two types of models made are described as well as the procedures and instruments used.

Finally the author draws the conclusions of his study, which showed some new possibilities of application of geo-electric sounding methods, in the present case in the prospecting of vertical geologic features.

1 — INTRODUÇÃO

A técnica da sondagem geoeléctrica é correntemente empregada na prospecção de estruturas geológicas que se admitem possuem planos de descontinuidade sensìvelmente paralelos à superfície do solo. Situações deste tipo têm sido abordadas já por vários investigadores (Heiland) [1] bem como outros tipos de estruturas geológicas constituídas por duas formações de plano de descontinuidade inclinado em relação à superfície (Maeda, Kunetz e Gery, Unz) ou perpendicular a esta (Hedstrom, Logn, Kunetz). [2 a 7].

Desconhece-se que tenha sido tratado já o problema que se apresenta neste trabalho, onde se aprecia a utilização da técnica da sondagem geoeléctrica na prospecção duma formação inserida num meio semi-indefinido e limitada por dois planos apreciàvelmente afastados e normais à superfície desse meio (Fig. 1).

* — Extracto da tese apresentada no L. N. E. C. para obtenção do grau especialista em geotecnia.

Apresentam-se algumas fórmulas teóricas deduzidas por aplicação do método das imagens eléctricas (Maxwell [8] e Heilland [1]), a partir das quais se calcularam ábacos de sondagens geoeléctricas, que foram em parte verificados experimentalmente. Descrevem-se sumàriamente os dois tipos de modelos reduzidos em que foram obtidos esses resultados.

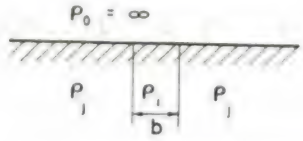


Fig. 1 — Estrutura vertical estudada

2 — ÁBACOS TEÓRICOS

Quer os resultados teóricos quer os resultados experimentais que foram obtidos referem-se ao emprego do dispositivo geométrico de Schlumberger na obtenção de curvas de sondagens geoeléctricas, conforme o esquema da fig. 2.

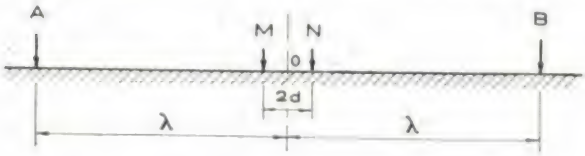


Fig. 2 — Dispositivo geométrico de Schlumberger

Apresenta-se a seguir a forma como foi aplicado o método das imagens eléctricas na dedução das fórmulas teóricas.

Considere-se, à superfície dum meio semi-indefinido homogéneo e isotrópico de resistividade ρ_1, duas fontes pontuais A (positiva) e B (negativa) que provocam a passagm de uma corrente eléctrica de intensidade I, circulando de A para B (fig. 2).

O potencial em qualquer ponto *P* da superfície, devido a esta corrente, pode ser determinado, por sobreposição de efeitos, calculando em primeiro lugar o potencial em P devido só à fonte A, estando B no infinito, e depois o potencial devido só a B estando A no infinito.

Como é sabido o potencial no ponto P devido ùnicamente à fonte A é:

$$V_P = \frac{\rho_1 I}{2\pi} \cdot \frac{1}{r_1} \qquad (1)$$

e o devido à fonte B:

$$V_P = -\frac{\rho_1}{2\pi} \cdot \frac{1}{r_2} \qquad (2)$$

sendo r_1 e r_2 as distâncias do ponto P às fontes A e B, respectivamente.

Por sobreposição de efeitos ter-se-á pois:

$$V_P = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \qquad (3)$$

com $r_1, r_2 \neq 0$.

Se o meio semi-indefinido não for homogéneo por que existe, inserido nele, outro meio de resistividade ρ_2 com fronteiras planas verticais (Fig. 1) o potencial em P não será já dado só por (3). Haverá que considerar também o meio de resistividade ρ_2. Para a resolução deste problema empregou-se o método das imagens eléctricas devido a Lord Kelvin e a Maxwell [1,8]. Por analogia óptica considera-se que as superfícies de separação dos diferentes meios actuam como se fossem espelhos que reflectem parcialmente a luz emitida pelas fontes pontuais A e B.

Antes de se particularizar a dedução de cada uma daquelas expressões indica-se o esquema de princípio para tratar estes problemas [3], quando existe apenas uma fronteira plana vertical que separa dois meios de resistividade ρ_1 e ρ_2 (Fig. 3).

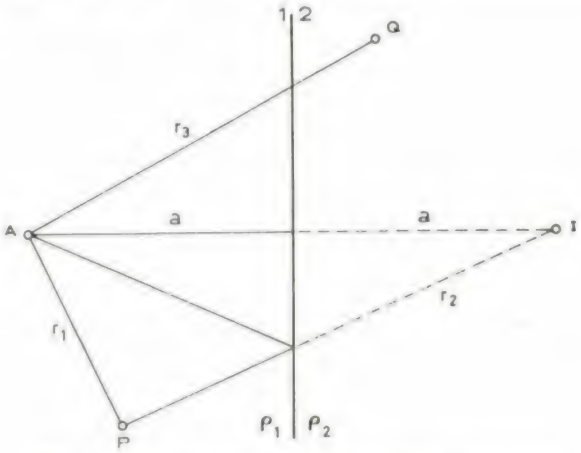


Fig. 3 — Condições de fronteira entre dois meios

Seja A uma fonte luminosa, situada no meio de resistividade ρ_1. Um observador em P olhando a fronteira entre os meios 1 e 2 veria o ponto A através da sua imagem I. A quantidade de luz em P devia ser a recebida directamente de A

mais a quantidade reflectida pela fronteira, parecendo ser emitida pela imagem I. Por analogia potencial em P será

$$V_P = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left(\frac{1}{r_1} + \frac{k_{21}}{r_2}\right) \qquad (4)$$

em que $r_1 = \overline{AP}$, $r_2 = \overline{PI}$ e k_{21} é um factor de reflexão. Um observador situado no ponto Q do meio 2, vê a fonte A com uma intensidade reduzida pela transmissão através da fronteira. A intensidade luminosa em Q, e por analogia o potencial, é igual à intensidade original da fonte A menos a quantidade perdida por reflexão, a qual é proporcional a k vezes a intensidade inicial. Será portanto:

$$V_Q = \frac{\rho_2 I}{2\pi r_3}(1 - k_{21}) \qquad (5)$$

As condições de continuidade na superfície de separação de dois meios condutores requerem que:

a) A função potencial seja contínua sobre a fronteira dos dois meios.

b) A corrente eléctrica através de qualquer elemento da superfície deve ser a mesma quando medida em qualquer dos meios.

No primeiro caso $V_P = V_Q$, se for $r_1 = r_2 = r_3$

e

$$\frac{\rho_1 I}{2\pi r}(1 + k_{21}) = \frac{\rho_2 I}{2\pi r}(1 - k_{21})$$

donde

$$k_{21} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \qquad (6)$$

e ainda

$$(1 - k_{21}) = \frac{2\rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \text{ e } (1 + k_{21}) = \frac{2\rho_2}{\rho_2 + \rho_1} \qquad (7)$$

Sendo os meios isotrópicos e *n* a normal em qualquer ponto da superfície de separação a condições de continuidade b) será:

$$\frac{1}{\rho_1}\frac{dV_P}{dn} = \frac{1}{\rho_2}\frac{dV_Q}{dn} \qquad (8)$$

que fornece também

$$k_{21} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

O coeficiente de reflexão k_{21} pode variar de -1 a $+1$ consoante o meio de resistividade ρ_2 é perfeitamente condutor ou isolante.

Os resultados teóricos que se apresentam dizem respeito ao cálculo de valores de resistividade aparente, obtidos supondo realizada uma sondagem geoeléctrica na superfície dum meio semi-indefinido, a partir de expressões deduzidas pela aplicação da teoria das imagens eléctricas no estudo dum campo de potenciais.

O meio semi-indefinido considerado é o que consta da fig. 1, em relação ao qual se apresentam as expressões teóricas que permitem traçar curvas de sondagens geoeléctricas supostas realizadas à sua superfície para os seguintes casos:

1.º) O centro da sondagem geoeléctrica situa-se a meio da formação de resistividade ρ_1 e a linha de emissão $\overline{AB}$ mantém-se paralela às fronteiras 1 e 2, entre a formação de resistividade ρ_1 e o meio semi-indefinido de resistividade ρ_2.

2.º) A sondagem geoeléctria é executada fora da formação de resistividade ρ_1, ficando a linha de emissão $\overline{AB}$ sempre paralela às fronteiras 1 e 2.

3.º) A linha de emissão $\overline{AB}$ é disposta perpendicularmente às fronteiras 1 e 2, mantendo-se o seu centro a meio da formação de resistividade ρ_1. Nesta hipótese é imposta as seguintes condições: $\lambda > b$ e $2d < b$.

2.1 — Primeiro caso

Para o estudo deste caso apresenta-se na fig. 4 o esquema da distribuição de imagens da fonte A nas fronteiras 1 e 2, perpendiculares à superfície do meio semi-indefinido, separando as formações de resistividades ρ_1 e ρ_2.

Como se pretende calcular a função $\rho_a/\rho_1 = f(\lambda)$ (com d = constante e muito menor que λ) em que o meio vertical de espessura *b* com resistividade ρ_1 está inserido no meio semi-indefinido de resistividade ρ_2, calculam-se os potenciais em M e em N, e depois a sua diferença, devidos às fontes A e B de intensidade de corrente $+I$ e $-I$ respectivamente. Será então:

$$V_M = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left\{\left[\frac{1}{\lambda - d} + \sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^n \frac{1}{\sqrt{(\lambda - d)^2 + (nb)^2}} + \right.\right.$$

$$\left. + \sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^n \frac{1}{\sqrt{(\lambda - d)^2 + (nb)^2}}\right] -$$

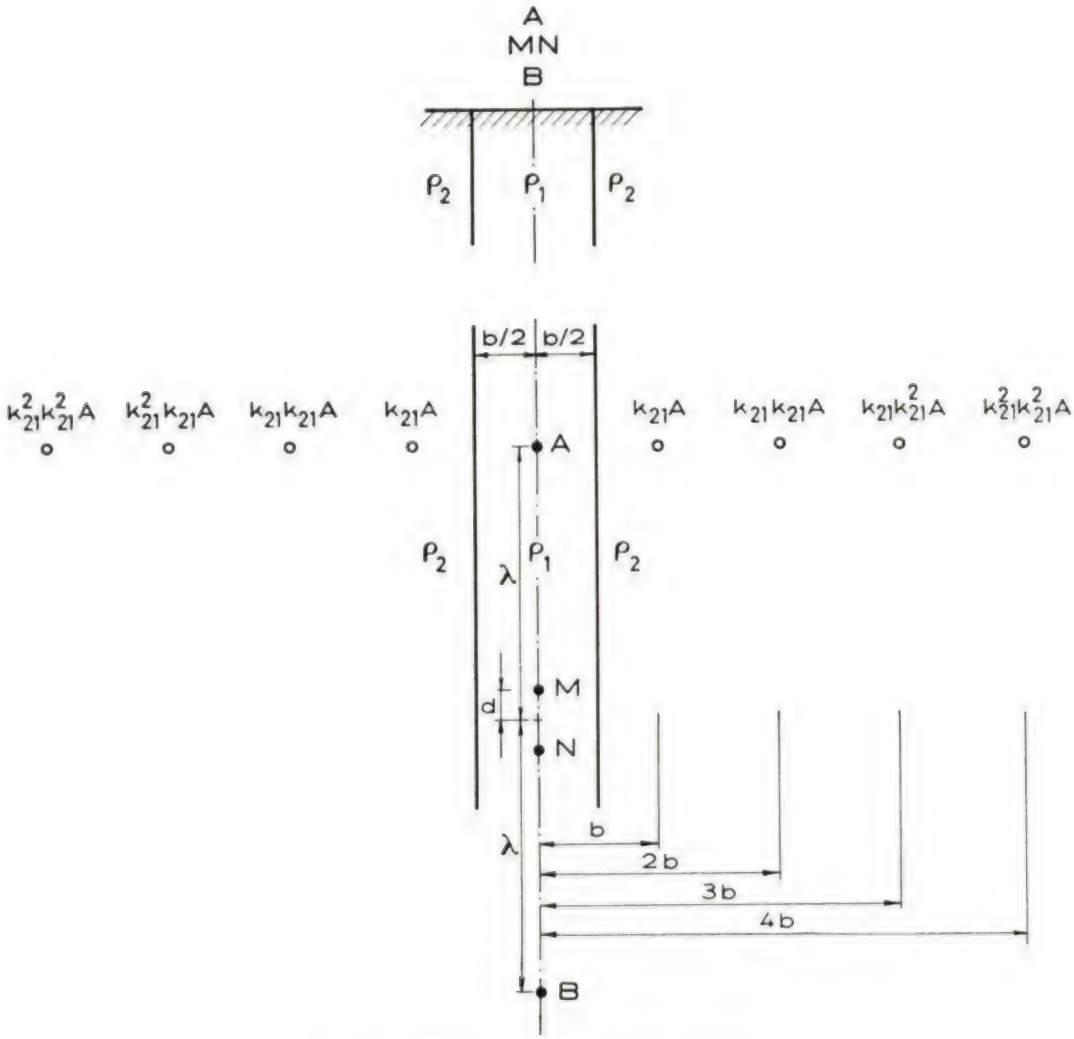


Fig. 4 — Esquema de distribuição de imagens

$$-\left[\frac{1}{\lambda+d}+\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda+d)^2+(nb)^2}}+\right.$$

$$\left.+\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda+d)^2+(nb)^2}}\right]\Bigg\}$$

$$V_N=\frac{\rho_1 I}{2\pi}\Bigg\{\left[\frac{1}{\lambda+d}+\sum_{n=}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda+d)^2+(nb)^2}}+\right.$$

$$\left.+\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda+d)^2+(nb)^2}}\right]-$$

$$-\left[\frac{1}{\lambda-d}\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda-d)^2+(nb)^2}}+\right.$$

$$\left.+\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\frac{1}{\sqrt{(\lambda-d)^2+(nb)^2}}\right]\Bigg\}$$

Sobrepondo convenientemente estes efeitos obtém-se para diferença de potencial entre os pontos M e N a relação:

$$\Delta V=V_M-V_N=\frac{\rho_1 I}{2\pi}\Bigg\{\frac{4d}{\lambda^2-d^2}+$$

$$+4\sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^{n}\left[\frac{1}{\sqrt{(\lambda-d)^2+(nb)^2}}-\right.$$

$$\left.-\frac{1}{\sqrt{(\lambda+d)^2+(nb)^2}}\right]\Bigg\}$$

Como é, por definição, $\rho_a = K\,\frac{\Delta V}{I}$ onde K é a constante geométrica do dispositivo de medida será para o presente caso (sondagem segundo o dispositivo Schlumberger) [10]:

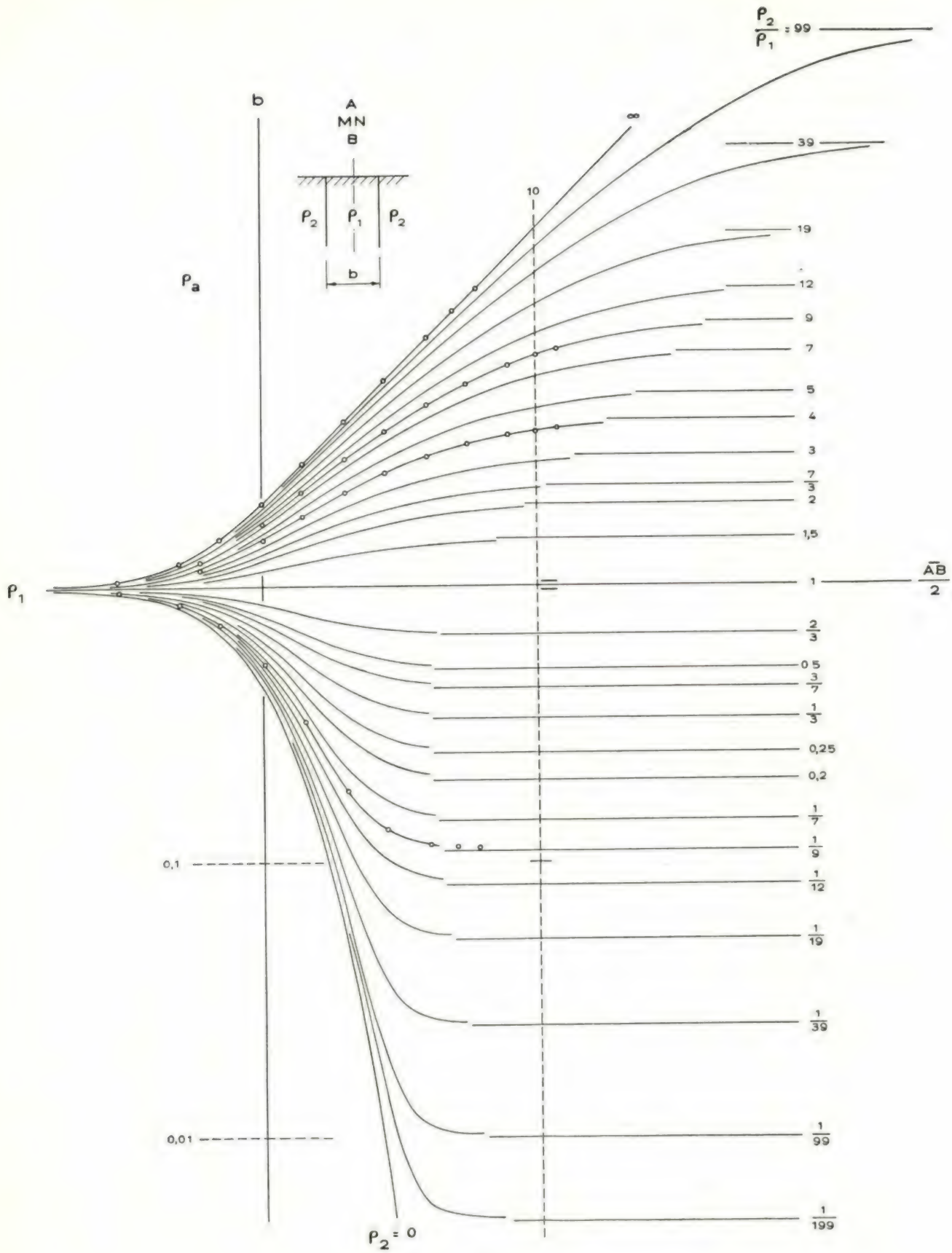


Fig. 5 – Ábaco A1

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} \pi \frac{\lambda^2 - d^2}{2d}$$

que permite obter a expressão (9)

$$\rho_a = \rho_1 \left\{ 1 + \frac{\lambda^2 - d^2}{d} \sum_{n=1}^{\infty} k_{21}^n \left[\frac{1}{\sqrt{(\lambda - d)^2 + (nb)^2}} - \frac{1}{(\lambda + d)^2 + (nb)^2} \right] \right\} \quad (9)$$

Trata-se duma série convergente, embora figurem entre parêntises séries divergentes.

Esta expressão foi utilizada para o cálculo da resistividade aparente correspondente aos seguintes valores das grandezas k, b e λ, com d = 5 mm:

k = (1) / (0,80) / (0,60) / (— 0,80)
b = 15/25/50/100/845/1420 mm
λ = 15/25/35/50/70/100/140/200/250/300 mm

As curvas obtidas revelaram-se idênticas a curvas de sondagens geoeléctricas para dois terrenos de superfície de separação plana paralela à superfície do meio semi-indefinido, permitindo o traçado dum ábaco (Fig. 5) semelhante ao ábaco de curvas de dois terrenos paralelos a esta superfície (2), com a diferença da sua linha índice revelar não a espessura m_1 do primeiro terreno mas a largura b da formação vertical de resistividade ρ_1, grandezas que estão, relacionadas pela seguinte relação $b = 2\, m_1$.

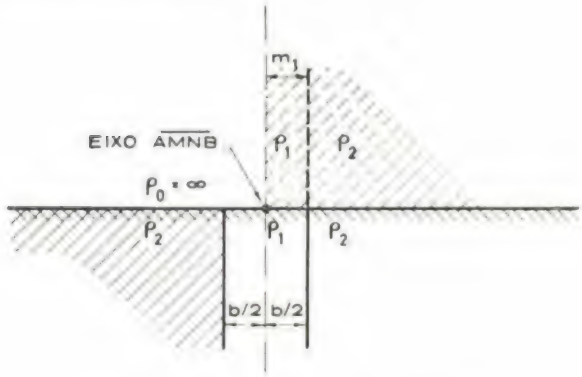


Fig. 6 — Explicação por via geométrica da relação $b = 2\, m_1$

Geomètricamente explica-se esta relação fazendo rodar de 180°, 1/4 de espaço, em torno da linha de emissão $\overline{AB}$, como se mostra na figura 6.

2.2 — Segnndo caso

O estudo deste caso baseou-se no esquema de distribuição de imagens que é apresentado na figura 7 em que se considerou um meio semi-indefinido de resistividade eléctrica ρ_1 no qual existe uma formação de resistividade ρ_2 e de planos de separação perpendiculares à superfície do meio-indefinido e afastados duma espessura b.

Neste caso tanto as fontes A e B como os pontos M e N se situam na superfície do meio semi-indefinido de resistividade ρ_1. A função $\rho_a/\rho_1 = f(\lambda)$ calculada, varia com a distância do dispositvo de medida AMNB ao meio vertical de resistividade ρ_2.

Seguindo o mesmo critério que no caso anterior obtêm-se as seguintes expressões para o potencial em M e em N:

$$V_M = \frac{I \rho_1}{2\pi} \left\{ \left[\frac{1}{\lambda - d} + \frac{-k_{12}}{\sqrt{(2a)^2 + (\lambda - d)^2}} + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}}{\sqrt{(2a + 2b)^2 + (\lambda - d)^2}} + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}^3}{\sqrt{(2a + 4b)^2 + (\lambda - d)^2}} + \ldots + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a + 2nb)^2 + (\lambda - d)^2}} + \ldots \right] - \left[\frac{1}{\lambda + d} + \frac{-k_{12}}{\sqrt{(2a)^2 + (\lambda + d)^2}} + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}}{\sqrt{(2a + 2b)^2 + (\lambda + b)^2}} + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}^3}{\sqrt{(2a + 4b)^2 + (\lambda + d)^2}} + \ldots + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a + 2nb)^2 + (\lambda + d)^2}} + \ldots \right] \right\}$$

$$V_N = \frac{I \rho_1}{2\pi} \left\{ \left[\frac{1}{\lambda + d} + \frac{-k_{12}}{\sqrt{(2a)^2 + (\lambda + d)^2}} + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}}{\sqrt{(2a + ab)^2 + (\lambda + d)^2}} + \ldots + \frac{(1 - k_{12}^2)\ k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a + 2nb)^2 + (\lambda + d)^2}} + \ldots \right] - \left[\frac{1}{\lambda - d} + \frac{-k_{12}}{\sqrt{(2a)^2 + (\lambda - d)^2}} + \right.$$

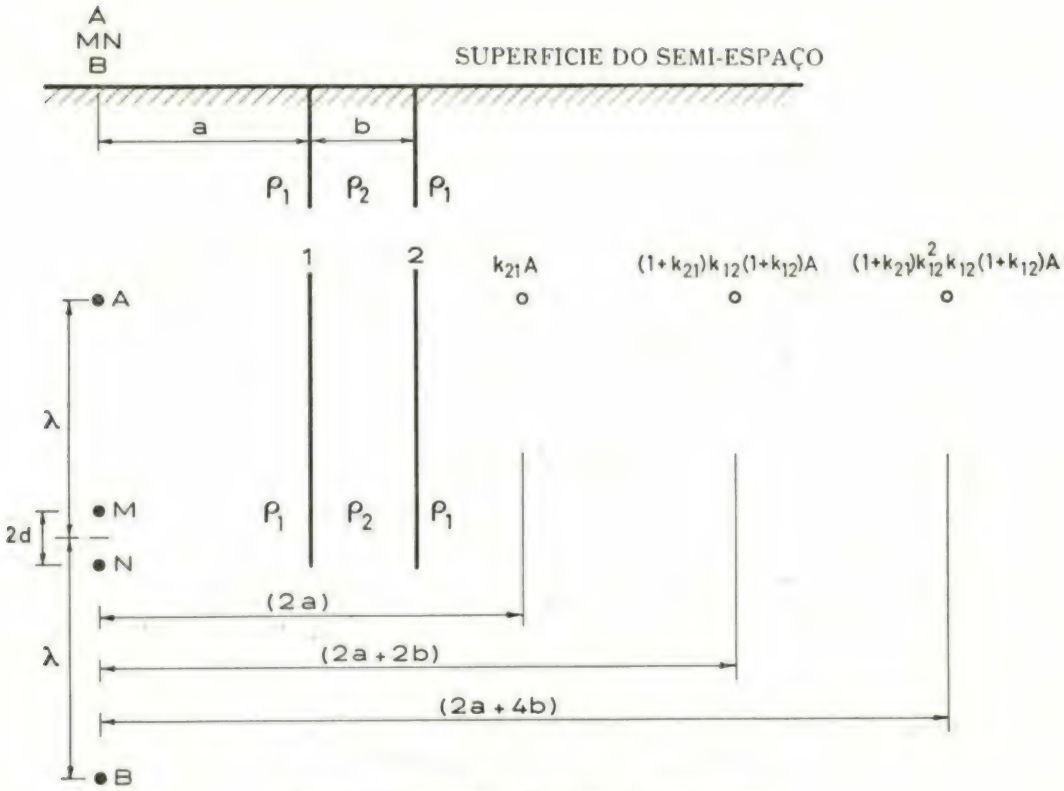


Fig. 7 — Esquema de distribuição de imagens

$$+ \frac{(1-k_{12}^2)\ k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a+2b)^2+(\lambda-d)^2}} + \ldots +$$

$$+ \frac{(1-k_{12}^2)\ k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a+2nb)^2+(\lambda-d)^2}} + \ldots \Bigg]\Bigg\}$$

e a diferença de potencial será:

$$\Delta V = V_M - V_N = \frac{I\rho_1}{2\pi}\Bigg\{\frac{4d}{\lambda^2-d^2} + 2k_{12}$$

$$\left[\frac{1}{\sqrt{(2a)+(\lambda+d)^2}} - \frac{1}{\sqrt{(2a)^2+(\lambda-d)^2}}\right] +$$

$$+2\left(1-k_{12}^2\right)\sum_{n=1}^{\infty}\frac{k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a+2nb)^2+(\lambda-d)^2}} -$$

$$-2\left(1-k_{12}^2\right)\sum_{n=1}^{\infty}\frac{k_{12}^{2n-1}}{\sqrt{(2a+2nb)^2+(\lambda+d)^2}}\Bigg\}$$

como é $\rho_a = \dfrac{\Delta V}{I}\,\pi\,\dfrac{\lambda^2-d^2}{2d}$

obtém-se a expressão (10):

$$\rho_a = \rho_1\Bigg\{1 + \frac{\lambda^2-d^2}{2d}\,k_{12}\left[\frac{1}{\sqrt{(2a)^2+(\lambda+d)^2}} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\sqrt{(2a)^2+(\lambda-d)^2}}\right] +$$

$$+ \frac{\lambda^2-d^2}{2d}\,(1-k_{12}^2)\sum_{n=1}^{\infty} k_{12}^{2n-1}$$

$$\left[\frac{1}{\sqrt{(2a^2+2nb)^2+(\lambda-d)^2}} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\sqrt{(2a+2nb)^2+(\lambda+d)^2}}\right]\Bigg\} \qquad (10)$$

Na figura 8 apresentam-se algumas das curvas calculadas com esta expressão para a relação de resistividade $\rho_1/\rho_2 = 9$ ($k = 0{,}80$) e para várias relações a b (afastamento do dispositivo de medida/espessura da formação de resistividade ρ_2). Na fig. 9 apresentam-se curvas idênticas para $k = 0{,}60\ 0{,}80/0{,}90$ e $a/b = 0{,}5$. Em ambos os ábacos a linha índice fornece o valor de b.

Todas estas curvas apresentam um aspecto semelhante a curvas de sondagens geoeléctricas obtidas à superfície dum meio semi-indefinido constituído por três terrenos de planos de separação paralelos àquela superfície e com resistividades relacionadas pela desigualdade $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ sendo $\rho_1 = \rho_3$. Todavia elas correspondem a tipos de estruturas geológicas muito diferentes.

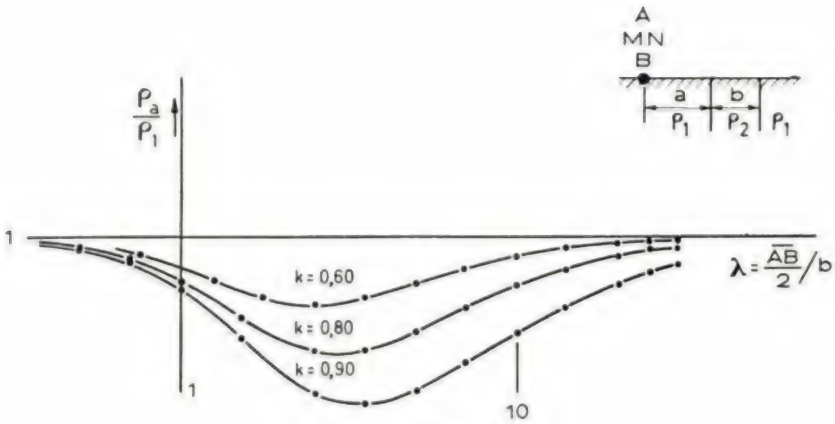


Fig. 8 — Ábaco A 2

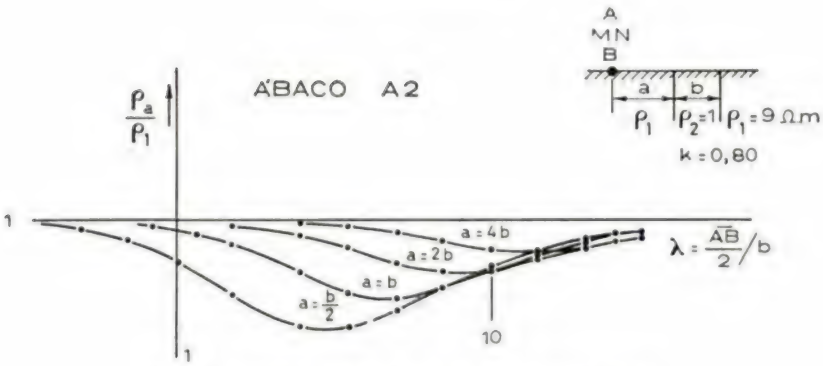


Fig. 9 Curvas teóricas de sondagem geoeléctrica

2.3 — Terceiro caso

Para este caso a expressão da função $\rho_a/\rho_1 = f(\lambda)$ foi deduzida idênticamente aos casos anteriores. Impuzeram-se porém as seguintes condições geométricas: $2\,d < b$ e $\lambda > b$ e a hipótese de distribuição de imagens indicada na fig. 10 adaptada ao caso em estudo (fig. 11).

O potencial nos pontos M e N será pois, de acordo com a expressão (5)

$$V_M = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left\{\left[\frac{(1-k_{12})}{\lambda - d} - \frac{(1-k_{12})\,k_{12}}{(\lambda+b)+d} + \frac{(1-k_{12})\,k_{12}^2}{(\lambda+2b)-d} - \frac{(1-k_{12})\,k_{12}^3}{(\lambda+3b)+d} + \dots\right] - \left[\frac{(1-k_{12})}{\lambda+d} - \frac{(1-k_{12})\,k_{12}}{(\lambda+b)-d} + \frac{(1-k_{12})\,k_{12}^2}{(\lambda+2b)+d} \dots\right]\right\}$$

$$V_N = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left\{\left[\frac{(1-k_{12})}{\lambda+d} - \frac{(1-k_{12})\,k_{12}}{(\lambda+b)-d} + \frac{(1-k_{12})\,k_{12}^2}{(\lambda+2b)+d} \dots\right] - \left[\frac{(1-k_{12})}{\lambda-d} - \frac{(1-k_{12})\,k_{12}}{(\lambda+b)+d} + \frac{(1-k_{12})\,k_{12}^2}{(\lambda+2b)-d} \dots\right]\right\}$$

e a diferença destes potenciais poderá escrever-se na forma seguinte:

$$\Delta V = V_M - V_N = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\left\{(1-k_{12})\left[\left(\frac{2}{\lambda-d} - \frac{2}{\lambda+d}\right) - 2\sum_{n=1}^{\infty} k_{12}^n \frac{1}{(\lambda+nb)+d} + 2\sum_{n=1}^{\infty} k_{12}^n \frac{1}{(\lambda+nb)-d}\right]\right\}$$

Simplificando e resolvendo em função de $\rho_a = \frac{\Delta V}{I}\,\pi\,\frac{\lambda^2 - d^2}{2d}$ obtém-se a expressão

$$\rho_a = \rho_1 (1-k_{12})\left\{1 - \frac{\lambda^2-d^2}{2d}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\frac{k_{12}^n}{(\lambda+nb)+d} -\right.\right.$$

$$- \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_{12}^n}{(\lambda + n\,b) - d} \Bigg] \Bigg\}$$

que pode finalmente apresentar-se da seguinte forma:

$$\rho_a = \rho_1 (1 + k_{12}) \left[1 + (\lambda^2 - d^2) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n k_{12}^n \frac{1}{(\lambda + n\,b)^2 - d^2} \right] \qquad (11)$$

com $-1 < k_{21} < +1$.

Na fig. 11 apresentam-se duas curvas calculadas a partir desta expressão supondo $b/d = 5$ e $k = 0{,}60/0{,}80$.

Comparando estas curvas com as curvas obtidas no primeiro caso estudado, correspondentes a sondagens geoeléctricas realizadas no mesmo ponto da superfície do meio semi-indefinido mas com os dispositivos de medida rodados de 90°, pode inferir-se a influência no comportamento da função $\rho_a/\rho_1 = f(\lambda)$, consoante a direcção tomada para a linha de emissão da corrente, de estruturas perpendiculares àquela superfície.

Os três casos teóricos aqui tratados mostram claramente que estruturas geológicas perpendiculares à superfície dum meio semi-indefinido no qual elas se inserem, meio esse onde se executa uma sondagem geoeléctrica, podem interferir no andamento ou forma da curva $\rho_a\,\rho_1 = f(\lambda)$ de tal modo que se é levado a admitir que aquele meio é constituído por diversos terrenos de planos de separação paralelos à sua superfície. Esta constatação teórica, verificada experimentalmente, deve ser tida em consideração pelos geofísicos. A indeterminação pode ser levantada executando-se sondagens geoeléctricas cruzadas (ou circulares) ou perfis de resistividades.

3 – MODELOS REDUZIDOS

Os resultados experimentais que se apresentam no capítulo seguinte dizem respeito à verificação de alguns dos resultados teóricos apre-

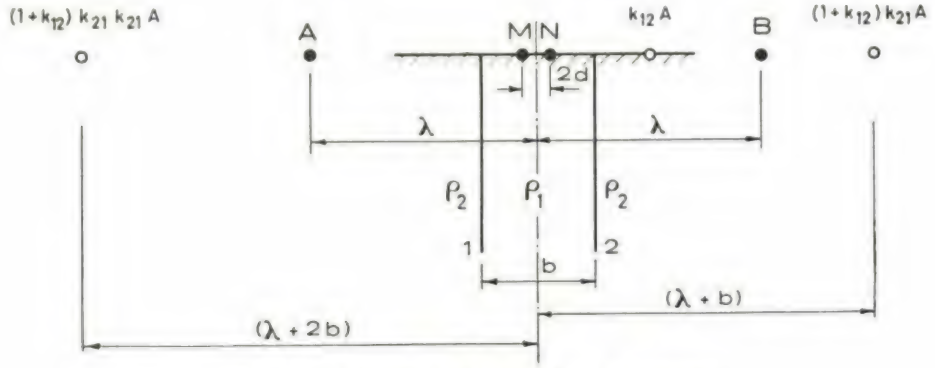


Fig. 10 – Esquema de distribuição de imagens

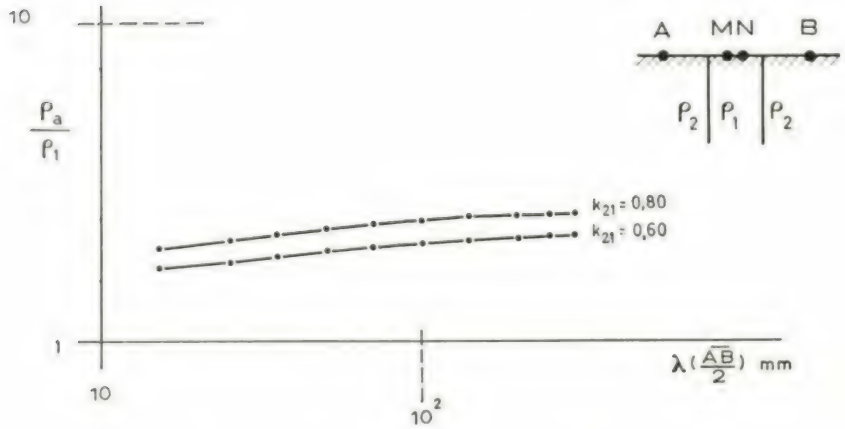


Fig. 11 — Curvas de sondagem geoeléctrica

sentados neste trabalho. Foram utilizados, para isso, dois tipos de modelo reduzido, um em meio líquido outro em meio sólido, e que são aqui descritos.

Na utilização dum modelo reduzido devem ser observadas as seguintes condições de semelhança: as estruturas do protótipo e do modelo deverão ser geomètricamente semelhantes e deverá ser mantida a relação entre as resistividades das formações homólogas.

Na interpretação de medidas de resistividade o modelo pode ser empregado principalmente [1]:

a) — para verificar cálculos teóricos;

b) — para avaliar as anomalias devidas a estruturas geológicas cujos efeitos geoeléctricos não podem ou dificilmente poderão ser calculados teòricamente.

A seguir descrevem-se os dois tipos de modelo reduzido e o esquema de medida empregados.

3.1 — Modelo em meio líquido

Na figura 12 apresentam-se as montagens do modelo de dois terrenos e da aparelhagem utilizadas e na figura 13 pode observar-se um pormenor do modelo, construido com base na técnica apresentada por L. Cagniard e R.N. Neale [9].

O modelo utilizado, formado por dois materiais foi construído em material isolante «perspex» tendo ficado com as dimensões seguintes: 1420 × × 845 × 100 mm. Com este material, de resistividade pràticamente infinita, simulou-se o segundo terreno disposto horizontalmente, e com uma solução concentrada de sulfato de cobre, apresentando uma resistividade de cerca de 0,35 Ω.m, constitui-se o primeiro terreno.

A meio da segunda camada e a toda a largura do modelo inseriu-se um acidente cujas dimensões se fizeram variar.

Este acidente foi, sempre que necessário, fechado de forma a dispor-se apenas dum modelo de dois terrenos paralelos à superfície do meio semi-indefinido.

O sulfato de cobre empregado era do tipo comercial e a sua solução foi limpa de impurezas com a adição de ácido sulfúrico puro. Este meio era pràticamento homogéneo e isotrópico. A sua isotropia foi verificada por medição da sua resistividade, em três direcções ortogonais e

Fig. 12 — Modelo em meio líquido e aparelhagem de medida

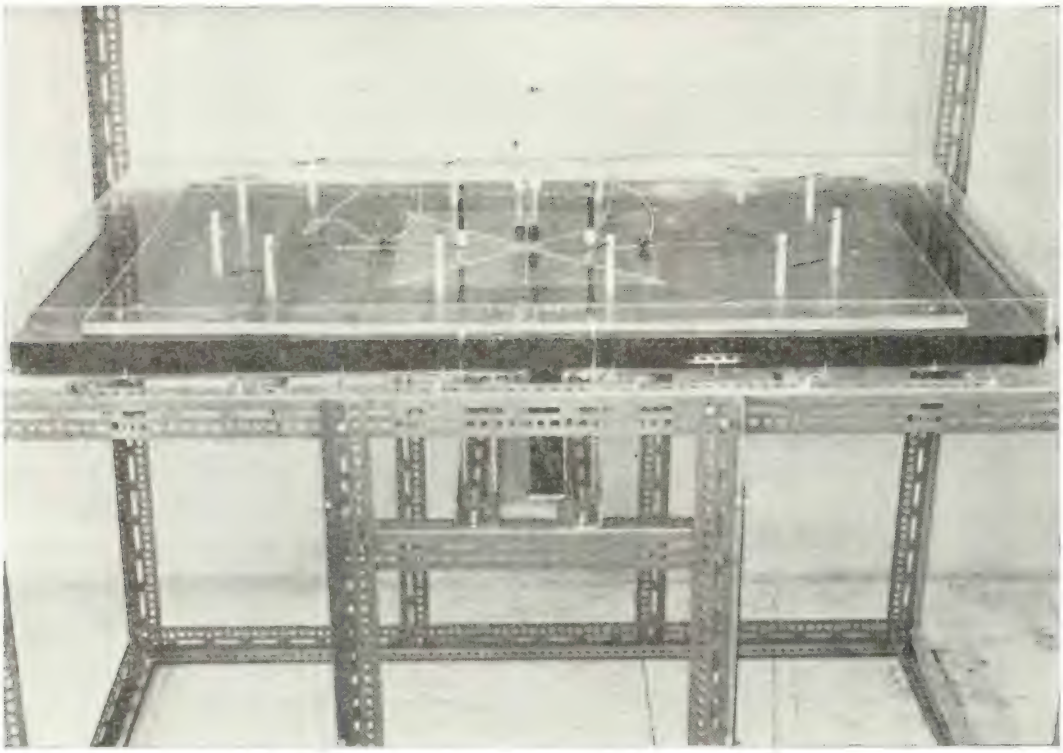


Fig. 13 — Pormenor do modelo em meio líquido

em vários pontos, com uma ponte Philips (GM 4249/10) para medida de conductibilidade de líquidos. A solução era fàcilmente retirada por sifonamento para um tanque de reserva.

As coordenadas dos diversos pontos de medida foram prèviamente fixadas sobre uma placa, também de «perspex», cuja superfície de contacto com a solução de sulfato de cobre simbolizava a superfície do solo Fig. 13). Esta placa, com as dimensões em planta de 1,20 × 0,80 m e uma espessura central de 20,5 mm, repousava sobre vários suportes de «perspex» roscados que permitiam o seu nivelamento, mantendo-a pràticamente horizontal. Na sua zona central foram executados 1300 furos afastados de 2,5 mm nos eixos xx, yy, x45°y e y45°x, e de 5 mm nas linhas paralelas ao eixo do xx e afastadas 25 mm. Deste modo ficaram bem definidas as relações entre os vários pontos de medida e os acidentes a estudar (Fig. 13).

A figura 14 mostra, em corte, a configuração e as dimensões destes furos. A parte de 1,5 mm de diâmetro termina inferiormente por um estrangulamento de 0,5 mm de diâmetro.

Quer os eléctrodos de potencial quer os de corrente eram constituídos por cobre dum fio condutor comercial. Os primeiros foram introduzidos apenas na parte mais larga (Fig. 14 a), mas os últimos ultrapassavam, embora ligeiramente a zona estrangulada (Fig. 14.b).

Enquanto os eléctrodos de corrente permaneciam acima do estrangulamento verificou-se ser muito difícil fazer circular a corrente eléctrica, certamente pelo efeito deste no escoamento da corrente iónica estabelecida ao fechar o circuito da corrente. Venceu-se esta dificuldade levando estes eléctrodos até à face inferior da placa e mesmo até um pouco abaixo da superfície de referência, com nítida melhoria da técnica de medida e sem causar perturbações nos resultados.

Tanto os eléctrodos de potencial como os de corrente puderam, ainda, ser considerados como pontuais satisfazendo, assim, as condições teóricas.

Os eléctrodos de potencial não foram sujeitos a qualquer tratamento especial por se ter constatado que ràpidamente atingiam o equilíbrio eléctrico. Também por se realizarem sondagens

geoeléctricas segundo o dispositivo Schlumberger mantendo-se fixos durante as medições, não originavam demoras nas leituras.

A espessura da primeira camada foi limitada a cerca de 90 mm por ser suficiente para o estudo a realizar por sondagens geoeléctricas.

Deve ser aqui referido que teve de se dar a maior atenção à limpeza e conservação da parte superior da placa, pois a deposição de solução sobre ela provocava a circulação de corrente à sua superfície originando perturbações nos potenciais a medir.

Como ligante das diversas partes do modelo do acidente estudado utilizou-se uma cola celulósica (Du Pont-DUCO) e com a ajuda de acetona ràpidamente se desfaziam as montagens. Todo o conjunto ficou montado sobre uma estrutura de perfis metálicos perfurados (Figura 13).

3.2 — Modelo em meio sólido

Este modelo foi construído, principalmente, para ser utilizado na verificação dos resultados teóricos obtidos com as expressões (10) e (11), o que não se tornava possível a partir do modelo atrás descrito.

Encheu-se, até uma altura de 0,70 metros, uma caixa de madeira convenientemente reforçada, de dimensões em planta 1,50 m × 0,90 m, com areia de tipo A.3 (U.S.P.R.), areia pràticamente sem aglutinante, e na sua zona central colocou-se um núcleo vertical de argila de 0,10 m de espessura. A areia foi ligeiramente compactada com um teor de humidade de cerca de 10 % em peso. A argila foi colocada saturada. A relação de tesistividade conseguida foi de cerca de 12/1 Ω . m.

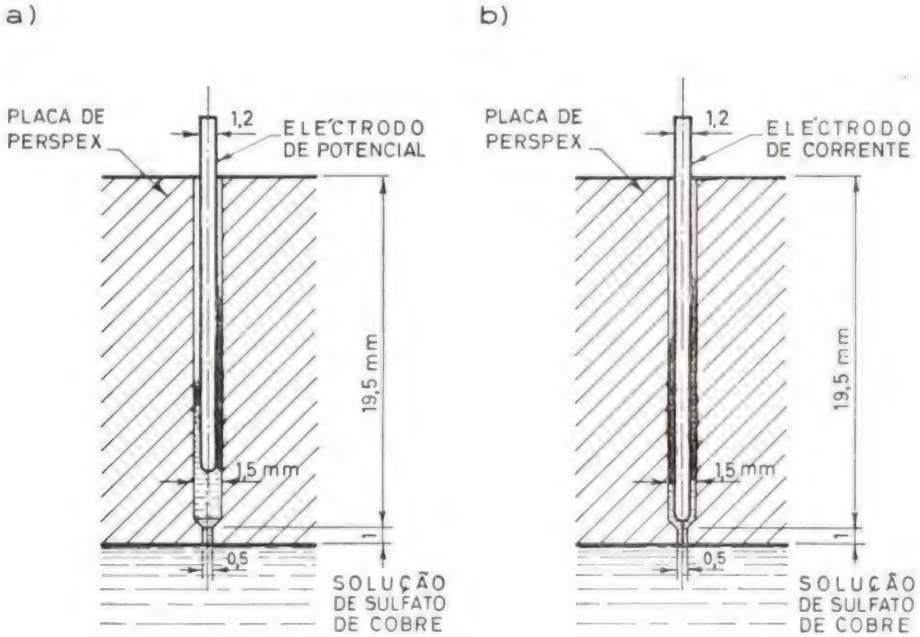


Fig. 14 — Corte de furos

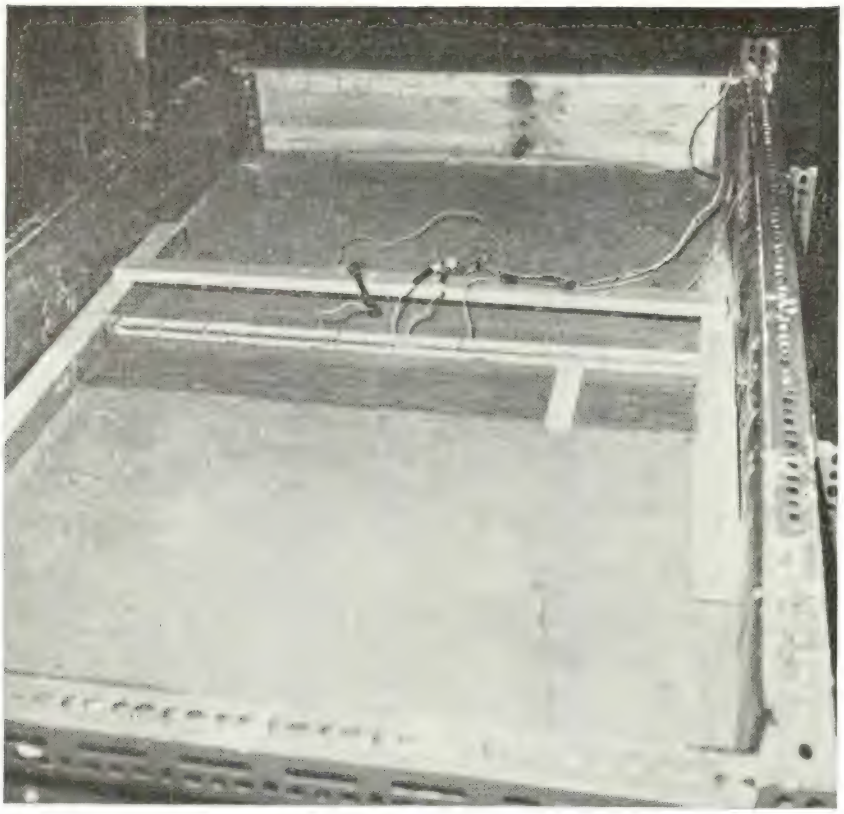
A caixa de madeira foi interiormente revestida com plástico-cristal de 0,4 mm de espessura, de modo a isolar o modelo do meio exterior, excepto a sua superfície.

Na figura 15 pode observar-se o modelo utilizado e a barra de «perspex» que serviu de base à geometria do dispositivo de medida, a mesma que a empregada no modelo em meio líquido.

3.3 — Aparelhagem e esquema de medida

Por se ter verificado a possibilidade de se fazerem as determinações de resistividade a partir da injecção de corrente contínua não comutada, a aparelhagem de medida constou simplesmente dum miliamperímetro e de um milivoltímetro electrónico de corrente contínua, incorportados no resistivímetro Askânia, figura 12.

Já Cagniard e R. N. Neale utilizaram corrente



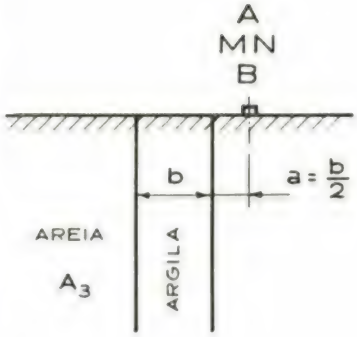


Fig. 15 — Modelo em meio sólido

contínua no seu trabalho, fazendo o tratamento electrolítico prévio dos eléctrodos de potencial e utilizaram correntes de apenas algumas dezenas de miliamperes injectadas através de eléctrodos especiais.

Inicialmente ao injectar-se corrente no meio líquido constatou-se que a electrólise da solução originava grandes variações da resistência de contacto dos eléctrodos de emissão, devido às bolhas que se libertavam, não permitindo fazer leituras da corrente e, como consequência, da diferença de potencial com confiança.

Com vista à resolução desta dificuldade utilizou se um gerador de corrente pràticamente constante em vez de um gerador de tensão, como normalmente se utiliza nos trabalhos do campo.

A diferença fundamental que existe entre este esquema, figura 16, e o que se emprega nos trabalhos correntes de campo está na resistência óhmica R, posta em série no circuito de injecção da corrente. Para uma tensão E, considerando apenas a resistência r de contacto dos eléctrodos de emissão, a corrente que passa no circuito, será:

$$I = \frac{E}{r} \qquad (12)$$

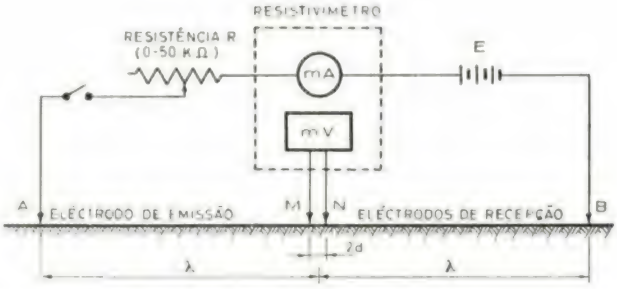


Fig. 16 — Esquema de princípio. Dispositivo Schlumberger

Esta intensidade de corrente ao provocar electrólise da solução faz com que varie a resistência r, com incidência no valor de I. Introduzindo agora a resistência R, que deve ser muito maior do que r, a intensidade da corrente que passa no circuito será regida pela equação:

$$i = \frac{E}{r + R} \qquad (13)$$

de modo que qualquer variação de r não alte-

rará, o valor da soma r + R e portanto de i. Constatou-se que era suficiente, para o presente trabalho, dispor-se duma resistência R com uma gama de 0 a 50 kΩ, utilizada mais frequentemente entre os valores de 0 e 14 kΩ.

Tornou-se pois possível utilizar uma técnica para medir, com confiança, os valores de intensidade da corrente injectada e a diferença de potencial por ela criada entre os eléctrodos de recepção M e N. Quando estes eléctrodos apresentavam entre si uma diferença de potencial residual, esta era compensada opondo uma tensão igual e de sentido contrário.

Crê-se que ficou assim vencida a grande dificuldade de se trabalhar com modelos reduzidos em meio líquido empregando-se corrente contínua não comutada, o que tem levado investigadores a recorrer à técnica de medida com corrente alterna, bastante mais difícil do que aquela.

Pràticamente as medições no modelo foram feitas tal qual se fazem nos trabalhos de campo que empregam corrente contínua não comutada.

Como fonte de energia utilizaram-se pilhas secas, sendo aplicadas tensões da ordem das dezenas de voltes.

3.4 — Aferição dos modelos

3.4.1 — Modelo em meio liquido

Em virtude de se tratar dum modelo reduzido de dois terrenos, com resistividades muito diferentes, em que o primeiro foi simulado por uma solução saturada de sulfato de cobre, ele teria de ter necessàriamente quatro paredes para a conter. Deste modo surgiu um modelo que se afasta das condições teóricas de sólido semi-indefinido. As suas limitações laterais constituídas por «perspex», teriam pois de surgir, como anomalias nas curvas de sondagens geoeléctricas traçadas a partir de medições nele feitas, pelo que era indispensável indentificá-las completamente a fim de serem consideradas nas medidas a realizar. Estas anomalias, designadas por *efeito de parede*, foram avaliadas quer por via experimental quer por via analítica.

Sendo o modelo constituído por duas camadas que satisfazem às condições teóricas de homogeneidade e isotropia, as curvas de sondagens geoeléctricas nele obtidas deveriam ser semelhantes às conhecidas curvas teóricas [10] de dois terrenos homogéneos e isotrópicos com as mesmas características das do modelo, qualquer que fosse a orientação do dispositivo de medida. Isto é, as curvas experimentais deveriam fornecer o mesmo valor para a profundidade do primeiro terrreno e a mesma relação entre as resistividades dos terrenos, que as curvas teóricas. Já foi dito que a resistividade da primeira camada do modelo era da ordem dos 0,35 Ω.m e a da segunda pràticamente infinita. Sendo assim a relação entre as resistividades da segunda e da primeira camada é, pràticamente, igual a infinito, e uma curva de sondagem geoeléctrica realizada no modelo, traçada em papel bilogarítmico como é usual, seguirá uma recta que faz 45° com os eixos coordenados para valores de comprimento da linha de emissão $\overline{AB}$ iguais ou superior a seis vezes a espessura da primeira camada.

A aferição do modelo foi realizada com base no traçado de curvas de sondagem geoeléctrica obtidas para diversas espessuras da primeira camada e correspondentes a diferentes orientações do dispositivo de medida. Deste modo, constatou-se que as curvas experimentais obtidas quando confrontadas com as correspondentes curvas padrão forneciam, pràticamente, a mesma profundidade para a primeira camada, mas valores de resistividade aparente superiores aos correspondentes valores para a referida recta a 45°. Isto é, o ramo recto da curva experimental que deveria subir com uma inclinação de 45° subia segundo um ângulo maior, principalmente a partir dum comprimento da linha de emissão $\overline{AB}$ de 280 milímetros quer para a direcção dos xx quer para as do yy, (Fig. 17).

Se as paredes do modelo tivessem uma resistividade inferior à da primeira camada (se fossem metálicas por exemplo) já o ramo ascendente da curva tenderia a subir com uma inclinação inferior a 45°. Este aspecto do efeito de parede serviu a Goudswaard [11] para executar um modelo reduzido no qual quase não se fazia sentir o efeito de parede. No presente estudo verificou-se que as dimensões do modelo, tal como foi já apresentado, eram suficientes para se terem resultados onde não se fizesse sentir o efeito de parede, pelo que não se aplicou as técnicas descritas por Goudsward.

Em virtude do modelo apresentar uma forma rectangular em planta (1420 mm na direcção

dos xx e 845 mm na direcção dos yy, figura 17) era de prever que o efeito de parede se fizesse sentir com intensidade diferente consoante a orientação do dispositivo de medida. O que se verificou, ao serem feitas sondagens geoeléctricas no centro do modelo com o dispositivo de medida paralelo a ambos os lados, foi que o efeito de parede se fazia sentir com maior intensidade quando a linha de emissão era paralela ao lado maior do modelo, isto é, segundo a direcção do eixo dos xx (Fig. 17).

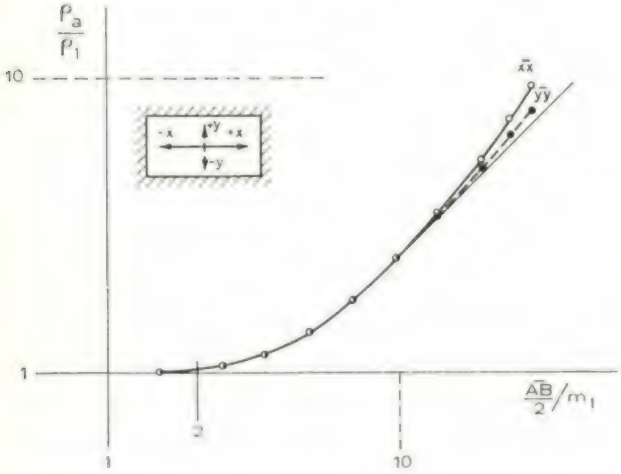


Fig. 17 — Curvas de sondagens geoeléctricas cruzadas

Analìticamente procurou-se avaliar o efeito de parede. Com este objectivo fez-se um estudo aproximado que constou da determinação desse efeito para uma formação de resistividade ρ_1, limitada por quatro superfícies verticais e paralelas duas a duas, inserida num meio semi-indefinido homogénio e isotrópico de resistividade ρ_2. Neste caso não havia, portanto, efeito de fundo.

Para o cálculo do efeito destas quatro paredes, limitativas do meio de resistividade ρ_1, nas curvas de sondagens geoeléctricas realizadas neste meio, empregou-se o método de cálculo indicado na primeira parte deste trabalho, aplicado sòmente a duas superfícies planas paralelas, considerando em primeiro lugar o dispositivo de medida paralelo e depois perpendicular a estas superfícies. Estes efeitos parciais foram posteriormente sobrepostos. Com esta simplificação desprezaram-se, é claro, algumas imagens.

Para a primeira disposição obteve-se a expressão (9) que rege a variação de resistividade aparente, e para a segunda a seguinte expressão:

$$\rho_a = \rho_1 \left\{ 1 - (\lambda^2 - d^2) \sum_{n=2}^{\infty} (-k_{21})^n \left[\frac{1}{(nb-\lambda)^2 - d^2} - \frac{1}{(nb+\lambda)^2 - d^2} \right] \right\} \quad (14)$$

Nos quadros 1 e 2 apresentam-se diversos valores da relação ρ_a/ρ_1, para estes dois casos estudados, em função do semi-comprimento da linha de emissão da corrente $\left(\lambda = \frac{\overline{AB}}{2}\right)$.

QUADRO I

(Dispositivo de medida paralelo às paredes)

b = 845 mm

λ (mm)	ρ_a/ρ_1
100	1,00390
140	1,01054
200	1,02969
250	1,05586
300	1,09235

b = 1420 mm

λ (mm)	ρ_a/ρ_1
100	1,00083
140	1,00227
200	1,00654
250	1,01260
300	1,02142

QUADRO 2

(Dispositivo de medida perpendicular às paredes)

b = 845 mm

(λ mm)	ρ_a/ρ_1
100	1,00614
140	1,01739
200	1,05409
250	1,11365
300	1,21530

b = 1420 mm

(λ mm)	$\rho_a\rho/_1$
100	1,00126
140	1,00352
200	1,01051
250	1,02105
300	1,03750

Sobrepondo os correspondentes efeitos parciais obtêm-se as curvas pretendidas. Comparando estes resultados com os determinados por via experimental, constata-se haver concordância. Evidentemente que para grandes valores de AB em que o efeito de fundo já é sensível essa concordância deixa de existir.

3.4.2 — **Modelo em meio sólido**

Não foi necessário proceder a ensaios particulares de aferição deste modelo por que ela ficou definida com a realizada para o modelo em meio líquido, visto apresentar maiores dimensões em planta que aquele e de não se fazer sentir o efeito dum fundo a 0,70 m de profundidade para uma linha de emissão máxima de 0,50 m.

4 — RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Apresentam-se neste capítulo alguns resultados experimentais obtidos para verificação dos ábacos teóricos apresentados.

4.1 — Verificação dos ábados teóricos apresentados no parágrafo 2.1

Apenas se apresentam duas curvas de sondagens geoeléctricas obtidas com o modelo líquido e com o modelo sólido para as relações de resistividade de $\rho_1/\rho_2 = 1/\infty$ e $1/12\Omega.m$ (Figuras 18 e 19). O desvio que a primeira curva apresenta, relativamente à recta a 45°, é devido ao efeito de fundo do vaso continente. Esta curva ao ser confrontada com o ábaco Al fornece

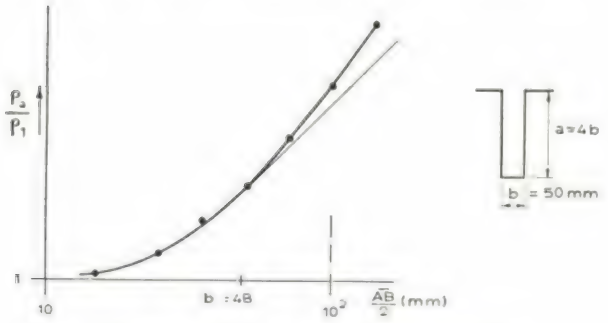


Fig. 18 — Curva de sondagem geoeléctrica

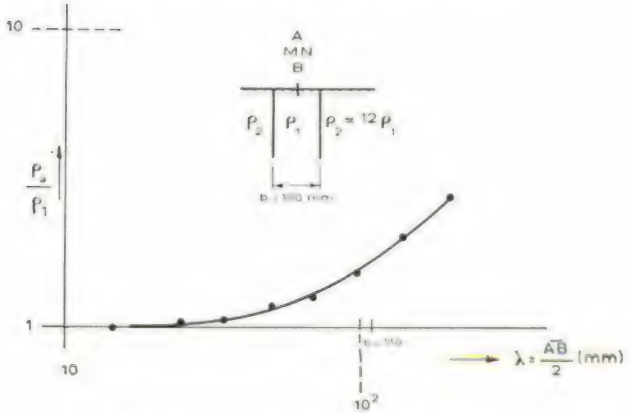


Fig. 19 — Curva de sondagem geoeléctrica

para b um valor muito próximo do valor da espessura do meio vertical.

A segunda curva foi obtida fazendo a sondagem geoeléctrica a meio da formação de argila. Esta curva permite verificar também, embora dum modo aproximado, o ábaco A1 para aquela relação de resistividades.

4.2 — Verificação dos ábacos teóricos apresentados no parágrafo 2.2

Para verificação experimental das curvas teóricas da figura 8 utilizou-se o modelo em meio sólido, com o qual se obteve a curva da figura 20 correspondente à hipótese de a = b/2. Esta curva experimental embora revele dispersão nos valores obtidos, e se apresente incompleta, dá uma ideia do andamento daquelas curvas teóricas.

A relação das resistividades era de $\rho_2/\rho_1 = 1/12$ Ω . m.

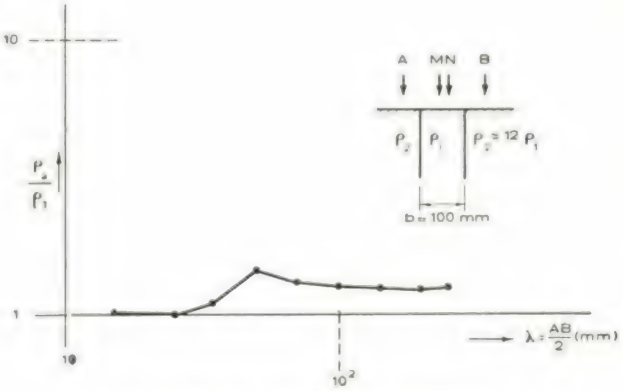


Fig. 20 — Curva de sondagem geoeléctrica

4.3 — Verificação dos ábacos teóricos apresentados no parágrafo 2.3

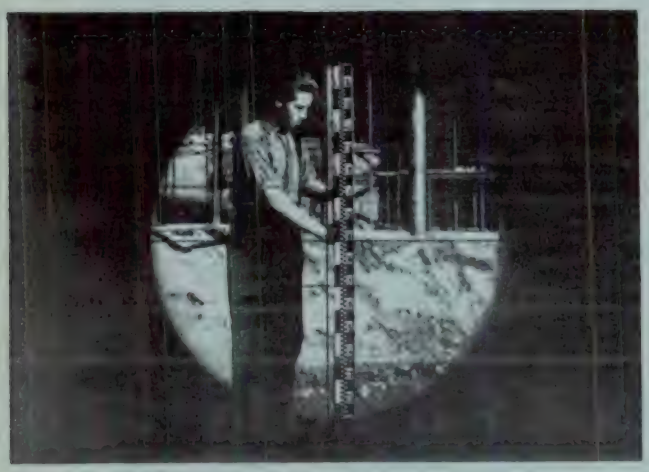
Também para esta hipótese apenas foi possível dispôr do modelo reduzido em meio sólido, pois no outro modelo o material que simulava o meio semi-indefinido era pràticamente isolante sob o ponto de vista eléctrico.

Mantiveram-se os eléctrodos de potencial M e N sempre sobre o núcleo de argila (meio de resistividade ρ_1). Os eléctrodos de corrente ou de emissão A e B foram colocados também sobre este meio até à quarta leitura e depois, apenas, sobre a areia (meio de resistividade ρ_2).

Na figura 21 apresenta-se uma curva assim obtida, cujo ramo correspondente à posição dos eléctrodos de corrente fora do núcleo de argila

ANTIGAMENTE :

HOJE :



Com
imagem
direita
na luneta

WILD
HEERBRUGG

N 10

Trabalho cómodo e simples sem erros e sem dúvidas, sinais correctos, não invertidos, claros e rápidos.

O pequeno nível WILD N 10 com a designação «E» tem imagem direita do campo de observação na luneta. A mesma tem luminosidade igual ao modelo convencional e o mesmo tamanho.

Representantes exclusivos

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8
LISBOA-2 — TELEFONE 68 11 27

confiança para a construção com

materiais novobra

EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

pavimentos
coberturas
vigas de grande vão
asnas
perfis

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS, NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100, 5.º D. - TEL. 77 48 52/766446 - LISBOA-5

O mesmo que se obtém com um telefone normal através de um circuito físico, pode ser agora obtido com um feixe hertziano tipo ATE (700) transistorizado sem usar qualquer linha física

Quer seja de telefone para telefone ou telefone para central ou ainda central para central, o equipamento ATE (700) é o mais recente e de melhor utilização nos centros rurais. Melhor pelo seu baixo consumo, pois consome apenas uma carga de pilhas por ano. Melhor porque sendo um rádio telefone tem as mesmas possibilidades que tem um telefone, inclusivé facilidades de funcionamento com linhas partilhadas num circuito de transmissão.
Melhor ainda porque não tem válvulas — é completamente transistorizado, de modo a ter a maior duração possível.
É de instalação fácil, completamente estanque podendo trabalhar entre temperaturas de — 20° C a + 55° C.
Fabrica-se nas bandas alta e baixa de VHF (54/88 Mc/s), (150/184 Mc/s) tendo ainda a possibilidade de ser usado com um amplificador de Rádio Frequência para um aumento do raio de propagação.
Estes são portanto os motivos que nos levam a aconselhar a adopção de tal equipamento em áreas de difícil acesso para manutenção.
Para mais detalhes os Serviços Técnicos da AEP estão à inteira disposição de V. Ex.ª.

A.E.P. Fábrica CABO RUIVO

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

LISBOA S. A. R. L.

Associada ao grupo de companhias PLESSEY Inglaterra

é semelhante às curvas da figura 11. A curva da fig. 21 apresenta uma singularidade, relativamente pouco saliente, que corresponde à posição dos eléctrodos de corrente sobre a fronteira de separação dos dois meios, e que se atribui a heterogeneidades nessa fronteira do modelo.

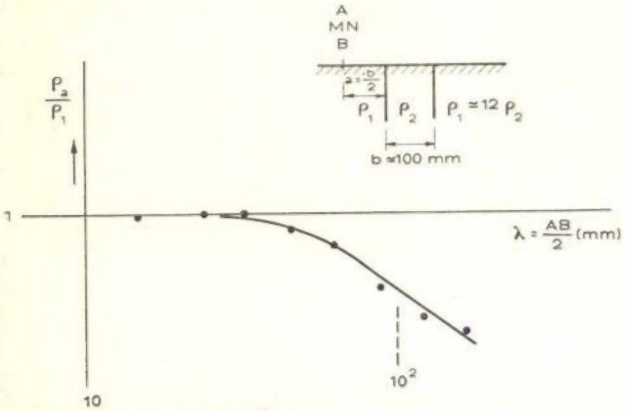


Fig. 21 — Curva de sondagem geoeléctrica

5 - CONCLUSÕES

A teoria das imagens eléctricas aplicada ao estudo geoeléctrico duma estrutura vertical permitiu o cálculo e a elaboração de ábacos de curvas de sondagens geoeléctricas por hipótese efectuadas sobre essa estrutura e nas suas proximidades.

Os ensaios experimentais efectuados nos tipos de modelos reduzidos apresentados confirmaram pràticamente, os ábacos teóricos calculados.

O conjunto dos resultados obtidos revela possibilidades de prospecção de estruturas verticais por sondagens geoeléctricas.

Lisboa, L.N.E.C., Fevereiro de 1966.

SIMBOLOGIA

A, B	— Eléctrodos de emissão da corrente eléctrica	—
M, N	— Eléctrodos de recepção da diferença de potencial	—
$\overline{AB}$, 2λ	— Distância entre os eléctrodos de corrente	[L]
$\overline{MN}$, 2d	— Distância entre os eléctrodos de potencial	[L]
I	— Intensidade da corrente eléctrica	[I]
V	— Diferença de potencial	[V]
R, r	— Resistência óhmica	[R]
K	— Factor geométrico do dispositivo de medida	[L]
ρ_i	— Resistividade eléctrica do meio	[RL]
ρ_a	— Resistividade eléctrica aparente	[RL]
k_{mn}	— Coeficiente de reflexão	—
$(1-k_{mn})$ A	— Imagens eléctricas do ponto A	—
m_1, h	— Espessura da primeira camada	[L]
a	— Distância da linha de emissão a uma fronteira	[L]
b	— Largura da formação vertical existente no meio semi-indefinido	[L]

BIBLIOGRAFIA

1 — Heilland — Geophysical exploration, Prentice-hall, Inc., New York, 1951.

2 — Maeda, Katsuro, — Apparent resistivity for dipping beds. Geophysics, vol. 20, pág. 123-139, 1955

3 — Kunetz, G., — Influência de camadas verticais nas sondagens eléctricas. Vortrag tagung deutschen geophysiscnen gesellschaft. Munique, 29 de Abril de 1955.

4 — Gery, J. C. de, e Kunetz, G, — Potential and resistivity over dipping beds. Geophysics, vol. 21, n.º 3, pág. 780-792, 1956.

5 — Unz, M.. — Apparent resistivity curves for dipping beds. Geophysics, vol. 18, n.º 1, pág. 116-137, 1953.

6 — Hedström, H., — Electrical prospecting for auríferous quartz veins and reefs: Mining Mag. (London), vol. 46, pág. 201-213, 1932.

7 — Logn, O., — Mapping nearly vertical discontinuities by earth resistivities. Geophysics, vol. 19, n.º 4, pág. 739-760, 1954.

8 — Maxwell, J. C. — A Treatise on electricity and magnetism. Vol I — Dover Publications, Inc. New York, 1964.

9 — Cagniard, L. et Neal, R. N, — Technique nouvelle de modèles réduits pour la prospection électrique. Geophysical Prospecting, vol. 5, n.º 3, pág. 259-271, 1957.

10 — Compagnie Générale de Geophysique, — Abaques de sondage électrique — 2ª edition revisée. Published by E.A.E.G. — The Hague, 1963.

11 — Goudswaard, W., — On the effect on the tank wall material in geoelectrical model experiments. Geophysical Prospecting, vol. 5, n.º 3, pág 272-281, 1957.

C. D. U. 621.311.5/81

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

I — Breve nota mensal

Durante o mês de Fevereiro verificaram-se precipitações muito superiores às médias e, em consequência, as respectivas afluências apresentam uma probabilidade de serem excedidas muito reduzida (da ordem de apenas 1 %). O coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica atingiu 2.52.

Acentuou-se ainda mais, o carácter muito favorável do regime hidrológico que se vem verificando desde Outubro passado. O quadrimestre Novembro-Fevereiro é o mais favorável de todo o período para que se dispõe de registos.

A albufeira do Alto Rabagão que, no início do mês era a única que não se encontrava pràticamente no pleno enchimento, correspondente a esta época do ano, atingiu no final do mês um enchimento da ordem dos 92 %. Verificaram-se descarregamentos generalizados nos restantes aproveitamentos.

II — Elementos gerais (GWh)

Acumulados desde 1 de Janeiro

	a) Mensais		Variação
	1965	1966	%
Produção hidráulica (P_h) . . .	577,2	914,7	+ 58
Produção térmica (P_t)	129,9	0,0	— 100
Produção total (P_T)	707,1	914,7	+ 29
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	6,2	9,9	+ 60
Exportações (Ex)	0,7	0,0	— 100
Importações (I)	53,7	0,0	— 100
Saldo importador (S_I)	+53,0	0,0	— 100
Consumo em bombagem (C_b)(2)	—	35,9	—
Produção para consumos perman. (P_{cp}) (2) . .	741,9	742,2	0,0
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . . .	24,4	146,5	+ 500
Total	766,9	924,6	+ 21
Coeficiente de hidraulicidade	0,65	2,22	—

NOTAS

(1) Energia consumida em bombagem para armazenamento na Albufeira do Alto Rabagão.

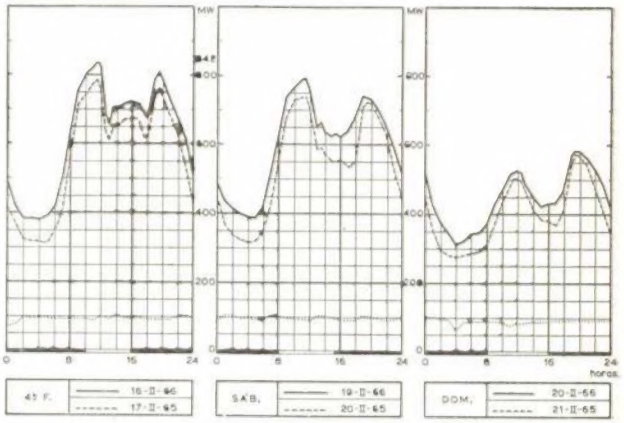
(2) A produção para consumos permanentes (P_{cp}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{cp} = P_T + E_r + S_i - C_b - P_{cnp}$

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1965	1966
Produção hidráulica		(P_h) MWh	10612	15349
Produção térmica		(P_t) MWh	2567	0
Produção total		(P_T) MWh	13179	15349
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	650	0
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	—	0
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	13456	13127
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	373	2222
TOTAL		$P_T + (I-Ex)$ MWh	13829	15349
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	786	842
		Potência mín. MW	312	383
		Utiliz. da ponta horas	17,6	18,2
		Factor de carga	0,73	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	772	748
		Potência mín. MW	296	287
		Utiliz. da ponta horas	17,4	17,5
		Factor de carga	0,73	0,73

FEVEREIRO

III — Diagramas de carga dos dias característicos



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	898,7	92,4
Paradela	222,5	100,0
Venda Nova	124,1	97,0
Salamonde	25,3	91,7
Caniçada	31,3	94,6
Vilar	92,6	100,0
Cabril	298,9	88,1
Castelo do Bode	144,0	88,3
Guilhofrei	8,3	100,0
Lagoa Comprida	32,8 (2)	100,0
Santa Luzia	61,5	99,8
Pracana	12,8	99,2
Póvoa	12,8 (3)	97,1
Total { com A. Rabagão . . .	1965,6	93,2
Total { sem A. Rabagão . . .	1066,9	93,9

NOTAS

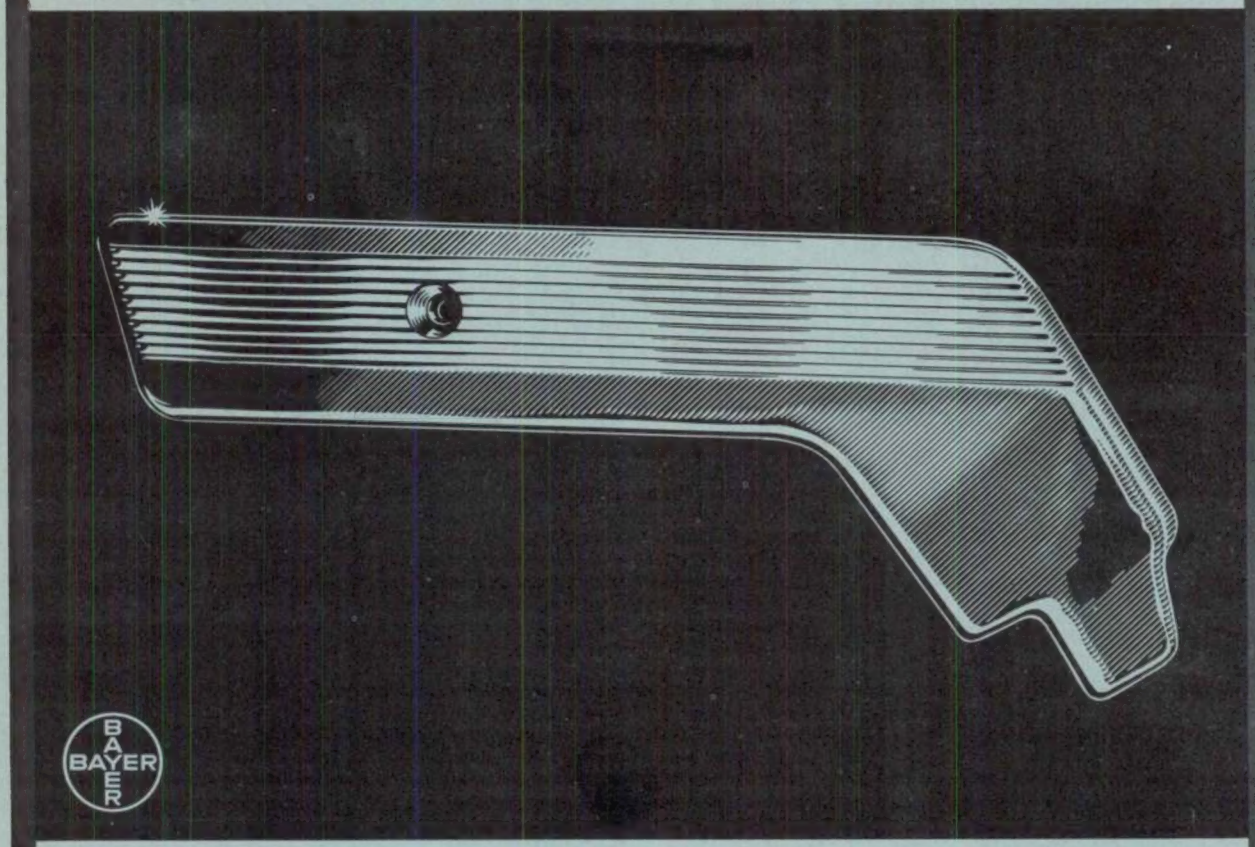
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,4 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,4 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

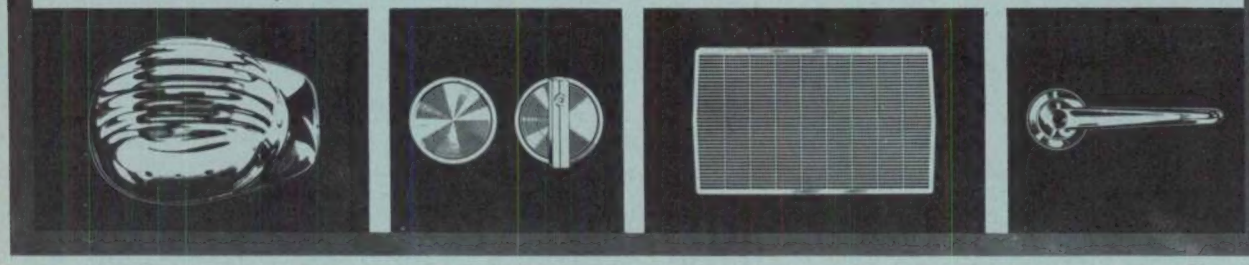
Frizo metalizado de um banco de automóvel — com Novodur PM/2C o seu peso é reduzido de ca. 80%.



Com o®Novodur PM/2C, um polimerizado de ABS, é fácil fabricar peças de plástico galvanizadas. A aderência da camada metálica sobre a superfície de Novodur é tão boa como em peças metálicas galvanizadas. Por um processo químico-galvânico é agora possível combinar as excelentes propriedades do Novodur com o efeito decorativo do metal. Muitas vezes também se pretende uma protecção por uma camada metálica. Novodur PM/2C: inquebrável, indeformável, resistente ao choque e ao riscar. Vantagens das peças de Novodur metalizadas: redução de peso de cerca de 80% em relação a peças metálicas galvanizadas. A peça de Novodur pode ser feita numa única operação — sem polir consegue-se uma superfície de alto brilho. É possível criar modelos de formas muito variadas.

Bayer Leverkusen

®novodur BAYER



Aproveite este cupão:

3673

Peça, de qualquer modo, elementos informativos: o prospecto de várias páginas com exemplos de aplicação assim como o folheto detalhado de 56 páginas. Contém a descrição pormenorizada das propriedades do Novodur, indicações detalhadas para a sua laboração e para o tratamento posterior, campos de aplicação, tipos especiais de Novodur, tabelas das propriedades físicas dos diversos tipos de Novodur, ensaios de tracção e de pressão em representação gráfica, resistência química em diversos meios.

É favor recortar e remeter a

S.A.R.L. Quimicor
Lisboa
Rua Sociedade Farmacêutica, 3

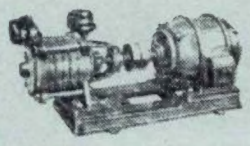
Mande-me, por favor, sem despesas
Exemplar(es) do prospecto Novodur, de várias páginas
Exemplar(es) do folheto informativo sobre Novodur, de 56 páginas

Firma _____

Secção _____ à atenção do Snr. _____

Endereço _____

BOMBAS



Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA

Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kg/cm²

AÇO BI

Tensão de segurança 4.000 Kg/cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º

TELEFONES 67 12 24/5 E 67 37 85 — LISBOA

Prédios, empenas, caves. Depósitos para águas, vinhos e aguardentes

Facultam-se certificados de ensaio dos Laboratórios Nacional de Engenharia Civil e da Junta Nacional do Vinho.

Distribuidor geral para todo o Império Português:

ANSELMO DE MATOS

Av. Almirante Reis, 179, r/c — Telef. 4 64 39

LISBOA 1

«IMPERMEÁBILIS»

O impermeabilizante oficialmente aconselhado em todas as argamassas de cimento

REVENDEDORES EM LISBOA:

João Pereira Vareiro & Filhos, Lda.
Rua Augusto José Vieira, 12 — Telef. 84 74 80

Manuel Pereira Matias, Lda.
Rua de Pedrouços, 105-A — Telef. 61 11 53

Manufacturas de Cimento Fortex, Lda.
Estrada de Benfica, 727 — Telef. 70 21 75

Sequeira & Santos, Lda.
R. José Joaquim Marques, 113—Tel. 230105—MONTIJO

FUNDAMENTOS DAS RADIOCOMUNICAÇÕES

POR

MANUEL JOSÉ ABREU FARO

PROF. DO I. S. T.

PREÇO = 30$00 DESCONTO 10% AOS ASSINANTES

EDIÇÃO DA TECNICA